



저작자표시-변경금지 2.0 대한민국

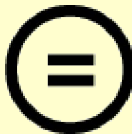
이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

심리학석사학위논문

정상노화와 경도인지장애에서 관찰되는
시·공간 기억 특성

- K-WMS-IV 디자인 소검사 수행 비교분석 -

2014년 8월

서울대학교 대학원

심리학과 임상신경심리 전공

배 술 지

정상노화와 경도인지장애에서 관찰되는 시·공간 기억 특성

- K-WMS-IV 디자인 소검사 수행 비교분석 -

지도교수 최 진 영

이 논문을 심리학석사 학위논문으로 제출함.

2014년 8월

서울대학교 대학원

심리학과 임상신경심리 전공

배 솔 지

배솔지의 심리학석사 학위논문을 인준함.

2014년 8월

위 원 장 김 청 택



부위원장 고 성 룡



위 원 최 진 영



초 록

노화에 따른 일화기억은 청각과 시각적 자극에 대한 기억으로 평가되어 왔다. 시각적 기억 평가는 상대적으로 연구가 부진하였는데 본 연구는 정상 노화와 병리적 노화(amnestic MCI)에 따른 시각적 기억 평가의 특성을 새로 개발된 기억 평가 도구인 한국판 웨슬러기억검사 4판(K-WMS-IV)의 디자인 소검사를 통하여 살펴보고자 한다. K-WMS-IV는 시각적 기억을 대상기억, 공간기억, 연합기억인 3요소로 구분한 Postma의 이론에 기반하여 정상노화와 병리적 노화에 따른 시각 기억의 수행패턴을 비교하였다.

연구1에서 정상노화에 따른 디자인 소검사의 3요소에 대한 수행을 비교한 결과 세 가지 하위요소의 수행저하가 모두 유의하였다. 대상기억과 공간기억의 연령에 따른 감퇴의 정도가 유사한 정도로 관찰된 것에 반해 연합기억은 두 기억 모두와 비교하여 유의하게 더 급격히 감소하였다. 특히 대상기억과 공간기억을 통제 한 후에도 연합기억의 노화효과가 유의한 것으로 나타나 대상기억과 공간기억 저하 외에도 이들을 연합하는 능력에 있어 노화가 특히 더 민감한 것으로 확인되었다.

연구2에서 amnestic MCI 집단과 정상노화의 디자인 소검사의 수행을 비교한 결과 즉각 조건에 한정하여 대상기억은 유지되었으나 공간기억과 연합기억의 수행이 유의하게 저조한 것으로 관찰되었다. 반면 지연조건에서는 세 개의 하위요소간 정상노화와 amnestic MCI 집단간 수행차이가 유의하지 않았다. 즉각 조건의 세 가지 하위요소에 대한 amnestic MCI 집단과 정상노화 집단을 판별하는 검사로써의 변별력에 대해 분석한 결과, 특이도와 민감도가 대상기억이 낮은 수준으로 관찰된 반면 공간 및 연합기억은 양호한 수준으로 확인되었다.

종합적으로 본 연구는 국내 최초로 표준화된 웨슬러 기억 검사인 K-WMS-IV의 디자인 소검사를 통해 한국 노인들의 시·공간기억 수행을 대상, 공간, 연합기억 세 가지 하위요소로 구분하여 평가하였다. 본 연구 결과, 국외에서 보고된 것과 일관되게 국내 노인 인구에서도 정상노화에 따른 유의한 수행저하가 관찰되었다. 정상노화와 병리적 노화인 amnestic MCI에 따른 수행저하의 패턴에도 차이가 관찰되었는데, 이는 디자인 검사의 세 가지 하위요소의 변별적 수행이 amnestic MCI에 대한 진단도구로써 전통적인 평가도구와 함께 사용될

때 임상적으로 유용할 수 있을 것으로 시사되며 추후 다양한 환자군에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

주요어 : 인지노화, 경도인지장애, 대상-공간 연합기억 평가, K-WMS-IV 디자인 소검사

학 번 : 2012-22937

목 차

서	론.....	1
제 1 절	연구의 배경.....	3
제 2 절	문제제기 및 연구 목적.....	10
연구 1.	정상 노화에 따른 시·공간 기억	13
방법	.....	14
결과	.....	17
연구 1의 논의	.....	31
연구 2.	경도인지장애의 시·공간 기억	34
방법	.....	34
결과	.....	38
연구 2의 논의	.....	48
종합 논의	.....	52
참고문헌	.....	60
Abstract	.....	70

표 목차

[표 1]	연구 1 참여자의 인구통계학적 정보.....	14
[표 2]	연령으로 예측한 디자인 과제 수행의 회귀분석 결과.....	20
[표 3]	연령*세 가지 하위요소의 정답률 반복측정 분산분석	22
[표 4]	연령*세 가지 하위요소 보유율의 반복측정 분산분석	23
[표 5]	하위측정유형의 정답률에 대한 위계적 회귀분석	26
[표 6]	연령*세 가지 하위요소 난이도별 반복측정 분산분석	31
[표 7]	연구 2 참여자의 인구통계학적 정보.....	35
[표 8]	집단으로 예측한 디자인 과제 수행의 회귀분석 결과.....	39
[표 9]	집단*하위측정영역의 반복측정 분산분석	41
[표 10]	ROC curve 분석(분할 점수, 민감도, 특이도)	46

그림 목차

[그림 1] 연령에 따른 디자인 즉각 수행 정답률	18
[그림 2] 연령에 따른 디자인 지연 수행 정답률	18
[그림 3] 연령에 따른 디자인 수행 보유율	19
[그림 4] 연령에 따른 디자인 즉각 첫 번째 시행 정답률	27
[그림 5] 연령에 따른 디자인 즉각 두 번째 시행 정답률	28
[그림 6] 연령에 따른 디자인 즉각 세 번째 시행 정답률	28
[그림 7] 연령에 따른 디자인 즉각 네 번째 시행 정답률	29
[그림 8] 집단에 따른 세가지 하위 요소 별 정답률	39
[그림 9] 집단에 따른 세가지 하위 요소 별 보유율	40
[그림 10] 집단에 따른 자극 개수 별 디자인 즉각 정답률	42
[그림 11] 집단에 따른 자극 개수 별 디자인 지연 정답률	42
[그림 12] 집단에 따른 자극 개수 별 디자인 보유율	44
[그림 13] 디자인 소검사의 세 가지 하위요소 별 AUC	47

서론

일화기억(episodic memory)은 일상생활에서 일어날 수 있는 개인의 특정한 경험에 대한 정보의 저장과 회상(retrieve), 학습하는 능력을 포함한다(Dickerson & Eichenbaum, 2010; Tulving, 2002). 이러한 일화기억은 정상 노화와 병리적 노화에서 모두 두드러지게 나타나는 인지적 감퇴의 한 영역으로 알려져 있다(Dickerson & Eichenbaum, 2010; Irish, Lawlor, Coen, & O'Mara, 2011; Titz & Verhaeghen, 2010). 병리적 노화 집단 중에서도 Petersen (2004)의 정의에 따른 기억상실형 경도인지장애(amnestic mild cognitive impairment, amnestic MCI) 집단은 치매유형 중 가장 높은 유병률을 보이는 알츠하이머성 치매(Alzheimer's disease, AD)의 고위험군으로 조기 진단과 치료가 중요한 집단이다(Sperling et al., 2011). amnestic MCI 집단의 일화기억기능은 정상노화와 AD의 사이에 있으며(Sperling et al., 2011), 따라서 정상노화와 병리적 노화에서 모두 특징적인 손상을 보이는 일화기억의 감퇴가 두 집단에 따라 어떠한 차이가 관찰되는가를 탐색하는 것은 감별진단에 있어 특히 중요하다.

이러한 가운데 정상노화와 병리적 노화의 일화기억의 손상에 대한 많은 연구들이 주로 청각적 자극에 치중되어 왔으며, 시각적 자극에 대한 일화기억의 손상에 대한 연구가 상대적으로 미흡한 편이었다 (Albert et al., 2011; Iachini, Iavarone, Senese, Ruotolo, & Ruggiero, 2009). 뿐만 아니라 청각적 기억과 시각적 기억이 서로

독립적이라는 연구 결과들은 청각적 자극에 대한 일화기억과 별개로 정상 및 병리적 노화에 따른 시각적 기억의 특성에 대한 연구가 필요함을 시사한다(Constantinidou & Baker, 2002; Golby et al., 2001). 또한 시·공간기억의 변화가 amnestic MCI집단이 AD로 진행되는 초기예측에 민감하다는 연구결과들을 고려할 때 amnestic MCI집단의 시·공간기억의 특성을 밝히는 것은 진단과 치료적 측면에서도 중요하다(Alichniewicz, Brunner, Klunemann, & Greenlee, 2012; Mitolo et al., 2013). 그러나 선행 연구 결과들은 정상노화에 따른 시·공간기억의 변화 양상조차 일관되지 않은 결과를 보고하고 있다.(Iachini et al., 2009). 이러한 불일치는 시·공간기억이 다양한 기능이 요구되는 복합적인 인지기능이며 이로 인한 평가 방법 및 측정치의 다양성에서 기인하였을 가능성이 있다(Kessels, de Haan, Kappelle, & Postma, 2001; Phillips & Christie, 1977; Tam & Schmitter-Edgecombe, 2013). 따라서 정상노화와 병리적 노화에 따른 시·공간기억의 세부적인 특성이 어떻게 변화하는지를 탐색하여 밝히는 것은 자극의 종류에 따른 정상노화 및 병리적 노화의 기억특성에 대한 기본적인 지식을 제공해 줄 뿐만 아니라, amnestic MCI와 같은 치매 고위험군에 대한 조기 진단 및 치료적 개입에 도움이 될 수 있다.

제 1 절 연구의 배경

1.1. 시·공간기억 평가의 이질성

시·공간기억은 청각적 자극에 대한 기억과 대비되는 것으로 시각적으로 경험하는 모든 자극에 대한 기억으로 정의내릴 수 있다(Phillips & Christie, 1977). 이러한 광범위한 정의에서도 알 수 있듯이 시·공간기억의 평가는 다음과 같은 다양한 평가들로 이루어져 왔다. 시각 재인(visual recognition)과 시각 회상(visual recall)의 경우 언어화하기 어려운 자극, 혹은 일반적인 물건 자극을 기억하는 것으로 평가한다. 또한 시각회상에 대한 평가는 전통적으로 기하학적인 도형자극을 제시한 후 회상하여 그리는 그리기 검사를 통해 이루어져 왔으며 이러한 평가방식으로 인해 시운동 기능에 영향을 많이 받는다(Complex Figure Test, A. Rey, 1941; Osterrieth, 1944; Corwin & Bylsma, 1993b 또는 Benton Visual Retention Test, Sivan 1992 등).

다음으로 공간적 자극에 대한 기억평가는 일상생활에서의 길찾기, 지도에서 길찾기, 길 외우기, 사물의 위치를 기억하기 등을 통해 이루어져 왔다(Lezak, Howieson, Bigler, & Tranel, 2012). 이러한 공간적 기억 평가는 자극이 제시되는 방식에 따라 환경참조(allocentric-reference)와 자기참조(egocentric-reference)로 구분된다. 환경참조는 다시 ‘A는 B 오른쪽에 있다’ 또는 격자를 사용할 경우에 해당하는 범주적 공간기억(categorical spatial memory)과 ‘A는 B로부터 2m 떨어져

있다' 와 같은 정교한 수리적 거리감에 해당하는 상대적 공간기억(co-ordinate spatial memory)로 구분된다(Kosslyn, Chabris, Marsolek, & Koenig, 1992). 이 때 범주적 공간기억은 좌뇌 우세, 상대적 공간기억은 우뇌 우세로 밝혀져 신경학적 기전에 차이가 있음이 확인된다(van Asselen, Kessels, Kappelle, & Postma, 2008).

이와 같이 신경학적 기전에 차이를 보이는 다양한 시각적 자극에 대한 기억을 측정하는 평가들이 모두 단일한 하나의 기능을 측정하고 있다고 보기 어려우며, 시·공간 자극의 특성에 따라 정상노화와 병리적 노화에서 쇠퇴 혹은 유지되는 양상에 차이가 있을 수 있다.

1.2. Postma의 3요소 모델과 K-WMS-IV 디자인 소검사

시·공간기억을 평가하는 이질적 자극들에 대한 유형을 Postma의 3요소 모델을 토대로 구획하여 볼 수 있다(Postma, Kessels, & van Asselen, 2008). Postma의 3요소 모델에 따르면 시·공간기억은 대상, 공간, 연합기억으로 구분할 수 있으며, 이러한 세 가지 하위요소는 기능적으로도 신경학적으로도 독립적일 수 있음이 시사된다.

첫 번째 요소인 대상기억은 제시된 각 항목에 대한 개별적 항목기억을 의미하며, 측두엽에 기반하고 있다. 두 번째 요소인 공간기억은 대상의 위치에 대한 기억으로 전두-두정 회로를 기반으로 한다. 마지막으로 연합기억은 대상과 공간을 연결하는 기억으로 해마에 기반한다(Postma et al., 2008). 특히 대상기억과 공간기억에 대한 신경학적 독립성은 대상회로(what pathway)와 위치회로(where pathway)의 독립성을 밝힌 Mishkin, Ungerleider, and Macko

(1983)의 기념비적인 초기 연구결과와도 일맥상통한다. 뿐만 아니라 측두엽 기억 시스템에 대한 기능적 구획에 대한 최근의 연구에서도 이 세 가지 기억 처리가 신경학적으로 구분됨을 보여준다(Dickerson & Eichenbaum, 2010; Eichenbaum, Yonelinas, & Ranganath, 2007).

한편, 본 연구에서 사용한 시·공간기억 평가 도구인 K-WMS-IV 디자인 소검사의 경우 Postma의 3요소에 기반한 요소를 모두 갖추고 있다. 즉 대상기억, 공간기억, 이 둘 간의 연합기억을 하나의 검사로 측정할 수 있도록 고안되어 있다. 최근 디자인 소검사의 대상 및 공간기억의 수행과 해마 하위 영역들 간의 상관을 살펴본 연구 결과, 대상기억의 경우 암몬각(Cornu Ammonis, CA)1~3영역과 상관을 보였으며, 공간기억의 경우 CA 영역과 더불어 치아이랑(Dendate gyrus, DG) 영역과 추가적인 상관이 관찰되었다(Travis et al., 2014). 이러한 연구결과는 디자인 소검사의 대상기억과 공간기억이 신경학적으로 구분될 수 있음을 시사한다.

뿐만 아니라 대상 및 공간기억의 수행이 쥐의 해마 영역의 손상 정도에 따라 차이가 있음을 밝힌 연구 결과가 있다(Broadbent, Squire, & Clark, 2004). 이러한 연구결과들과 함께, 해마 하위 영역인 DG 영역과 CA 영역의 이중해리에 관한 실험 결과(Gilbert, Kesner, & Lee, 2001)와 정상노화와 병리적 노화(MCI)에서의 해마 하위 영역의 퇴화에 대한 차이를 고려할 때(Small, Tsai, DeLaPaz, Mayeux, & Stern, 2002), 시·공간기억의 세 가지 하위요소가 노화와 병리의 유무에 따라 차별적으로 감퇴될 것을 예상할 수 있다.

1.3. 정상노화의 시·공간기억

정상노화에 따른 대상기억과 공간기억의 수행을 비교한 선행연구들은 상이한 결과를 보고하고 있다(Chen, Hale, & Myerson, 2003; Hasher & Zacks, 1979; Parkin, Walter, & Hunkin, 1995; Siedlecki, Salthouse, & Berish, 2005).

먼저 대상기억에 비해 공간기억이 노화의 영향이 더 작게 나타난다는 연구결과들은 공간기억이 자동적으로 처리된다는 가설을 바탕으로 한다(Hasher & Zacks, 1979; von Wright, Gebhard, & Karttunen, 1975). 그러나 최근의 연구 결과들은 공간기억의 수행이 완전히 자동적이라고 보기 어려우며, 의도 및 집중의 정도에 따라 수행차이가 있음을 밝히고 있다(Kramer & Weber, 1999; Thomas, Bonura, Taylor, & Brunye, 2012). 예를 들어 Thomas et al. (2012)는 노화 집단이 젊은 집단에 비해 대상기억뿐만 아니라 공간기억에서도 수행저하가 관찰되었으며, 기억평가 시 측정할 평가 영역에 대한 지시 여부에 따라 대상기억과 공간기억 모두에서 유의한 수행차이가 나타났음을 보고하고 있다. 이러한 결과는 공간기억이 자동적으로 처리된다는 것에 반하는 결과이다. 그러나 공간기억 수행이 격자의 크기에는 영향을 받지 않는 것으로 나타나 대상기억, 연합기억에 비해서는 자동적인 측면이 있음이 시사되었다.

반대로 대상기억에 비해 공간기억에서 노화의 영향이 동일하거나 오히려 더 크게 나타난다고 밝힌 연구결과들이 있다(Chen et al., 2003; Siedlecki et al., 2005). Siedlecki et al. (2005)의 연구에서는 연령대 별로 시·공간기억 수행을 비교한 결과, 대상기억의

수행이 60대 이후에 떨어지기 시작하는 것에 비해 공간기억의 수행은 50대부터 유의하게 떨어지는 것으로 나타났다. Chen et al. (2003)의 연구에서는 젊은 집단과 비교하여 정상노화 집단에서 대상에 대한 기억과 공간에 대한 기억이 모두 유의하게 나타나며 두 영역간의 수행저하의 차이는 유의하지 않은 것으로 나타났다.

반면에, 정상노화에 따른 연합기억의 수행저하는 다른 두 하위요소(대상기억, 공간기억)와 비교할 때 일관되게 연령효과가 두드러지게 관찰됨을 보고하고 있다. 이러한 연합기억의 연령에 따른 수행저하는 시·공간기억 뿐 아니라 청각적 자극에 대한 기억에서도 동일하게 나타나 자극 일반적인 것으로 지적된다(Kilb & Naveh-Benjamin, 2007; Naveh-Benjamin, Brav, & Levy, 2007). 그 중에서도 22개의 시각기억의 연령효과에 대한 메타분석 연구 결과, 대상기억보다 연합기억에서 연령효과가 더 크게 관찰되었음을 밝혔다(Old & Naveh-Benjamin, 2008). 특히 노화집단에게 연합기억의 입력과 출력 시에 책략을 사용하여 수행을 향상 시켰을 경우에도 연령효과가 완전히 제거되지 않았으며, 우연학습 조건에서도 노화에 따른 연합기억의 손상을 보였다(Naveh-Benjamin, 2000; Naveh-Benjamin et al., 2007). 따라서 이러한 선행 연구결과들을 종합하여 볼 때 연합기억이 노화에 특히 취약한 영역인 것으로 시사된다.

1.4. 병리적 노화의 시·공간기억

병리적 노화, 특히 amnesic MCI 집단의 시·공간 기억에 대한 선행연구들은 대상, 공간, 연합기억이 정상노화와 비교하여 모두 손상이 관찰되는 가운데 그 손상의 정도에 차이가 있음을 시사한다. 이러한

사실을 지지하는 연구들로 대상기억과 공간기억 모두 MCI 집단에서 손상되는 것으로 나타났지만, 진단의 민감도와 특이도를 밝힌 Receiver Operating Characteristic(ROC) 분석 결과 대상기억보다 공간기억이 MCI 감별에 더 민감한 것으로 나타났다(Mitolo et al., 2013). 또한 대상단기기억(visual short term memory)와 공간단기기억(visuospatial short term memory)을 비교한 연구에서 MCI의 경우 대상단기기억 조건에서는 30초 시간 간격에서만 손상을 보인 것에 반해 공간단기기억조건에서는 10초와 30초 조건에서 손상을 보여 공간단기기억의 손상이 더 두드러졌다(Alescio-Lautier et al., 2007). 뿐만 아니라 이러한 공간기억에 대한 병리적 손상을 지지하는 것으로 공간 기억의 한 영역인 지리적 기억(topographical memory)의 손상이 AD와 amnestic MCI에서 손상을 보인다는 연구들이 다수 존재한다(Bird et al., 2010; deIpoli, Rankin, Mucke, Miller, & Gorno-Tempini, 2007).

한편 시·공간기억의 세 가지 하위요소 중 연합기억은 정상노화와 동일하게 병리적 노화인 amnestic MCI 집단에서도 가장 저조한 수행을 나타내는 것으로 보고된다(Troyer et al., 2008; Wang, Li, Li, & Zhang, 2013). 또한 정상노화와 동일하게 병리적 노화에서 나타나는 연합기억의 수행저하 역시 기억과정의 세 단계(입력, 부호화·응고화, 출력) 모두에서 나타나는 것으로 지적된다. 시·공간학습 검사(Benedict & Groninger, 1995)를 사용한 연구에서 amnestic MCI 집단이 정상노화 집단에 비해 대상기억과 연합기억이 모두 유의한 수행

저하가 관찰되는 가운데, 연합기억에서 수행저하가 더욱 두드러졌음을 보고하고 있다(de Rover et al., 2011; Troyer et al., 2008). 특히 de Rover et al. (2011)의 연구에서 CANTAB 시·공간연합학습검사(visuospatial paired associates learning task)를 사용하여 MCI 집단과 정상노화의 수행을 비교한 연구에서 연합난이도별로 효과크기가 1.34~2.28로 크게 관찰되었다.

이렇듯 정상노화 집단과 비교하여 amnesic MCI 집단이 대상기억에 비해 공간과 연합기억의 수행이 저조하다고 보고한 연구결과들은 amnesic MCI의 병리에서 기인하였을 가능성이 있다. amnesic MCI는 앞서 밝힌 바와 같이 기억 손상이 특징적이며 해마와 주변부의 신경학적 퇴행이 두드러지는 장애집단이다 (Braak & Braak, 1995; Braak & Del Tredici, 2011; Petersen & Morris, 2005). 해마는 일화기억 연결망의 중추와 같은 곳이지만 그 중에서도 공간기억과 연합기억에 특화되어 있다는 것이 많은 연구를 통해 지적된다(해마와 공간기억의 상관을 밝힌 연구 : Broadbent et al. (2004); King, Trinkler, Hartley, Vargha-Khadem, and Burgess (2004) 등, 해마 공간기억에 대한 개관은 Moser, Kropff, and Moser (2008)을 보라). 즉 이러한 amnesic MCI의 신경학적 퇴행이 시·공간기억 평가의 세 가지 하위요소 중 특정 영역에서 더 두드러진 손상 양상을 이끌며, 정상노화와 구별되는 수행패턴의 차이를 야기한 것으로 시사된다.

제 2 절 문제제기 및 연구 목적

이러한 선행연구 결과들의 차이는 시·공간기억을 측정하는 과제의 차이에서 기인한 것일 수 있다. 수행의 차이를 야기할 수 있는 과제의 특성은 다음과 같은 것들이 있을 수 있다.

2.1. 대상자극의 언어적 가능성

대상자극의 ‘언어화 가능성’ 유무에 따라 정상노화 및 병리적 노화에 따른 수행이 달라질 수 있다. 그림우선효과(Picture superiority effect)에 따르면 시각자극이 언어화가 가능할 경우 언어적 입력과 시각적 입력을 동시에 사용하게 되어, 기억을 부호화하는 과정에서 둘 중 한가지의 입력만을 사용할 때보다 이득을 얻게 된다(Paivio, 1991). 이러한 그림우선효과로 인한 이득은 정상노화와 병리적 노화에서 모두 입증되었다(Rissenberg & Glanzer, 1986; Winograd, Smith, & Simon, 1982). 앞서 살펴본 연구에서 대상기억을 측정하기 위해 사용한 자극들은 효과의 유무와 무관하게 모두 실제의 사물에 대한 사진 혹은 그림을 자극으로 사용하였다(Hasher & Zacks, 1979; Mitolo et al., 2013; Siedlecki et al., 2005; von Wright et al., 1975). 도형 자극을 사용한 연구에서도 본 연구에서 사용한 디자인 소검사와 비교하여 ‘원, 사각형, 물결’ 등으로 상대적으로 쉽게 언어화가 가능한 자극들이었다(Thomas et al., 2012; Troyer et al., 2008).

2.2. 공간자극의 유형

공간기억을 평가하기 위한 자극의 유형 중에서 참조 유형에 따라 정상노화 및 병리적 노화에 따른 수행저하에 차이가 있을 수 있다.

Parkin et al. (1995)의 연구에서 사용한 공간기억의 평가는 맥락적인 단서가 주어지는 자기참조 길 찾기를 통해 이루어 졌다. 또한 환경참조 공간자극 중에서도 앞서 살펴본 바와 같이 격자 판으로 제시되어 범주적 공간기억(categorical spatial memory)에 해당하는지, 격자 판 없이 자극의 상대적인 거리를 파악해야 하는 상대적 공간기억(coordinate spatial memory)에 해당하는지에 따라 차별적인 노화의 효과가 관찰될 가능성이 있다.

2.3. 공간-대상 자극의 의미적 관련성

공간-대상 기억 패러다임에서 기억해야 할 대상자극과 공간자극이 서로 의미적으로 관련이 있는 경우 관련이 없는 경우보다 수행이 향상될 가능성이 있다. 이는 노화에 따른 다양한 인지기능의 감퇴에도 불구하고 상대적으로 유지되는 기능인 의미적 처리과정(semantic processing)이 더 깊고 상세한 개념화 과정을 통해 기억과정을 도울 수 있기 때문이다(Weldon & Roediger, 1987).

2.4. 하위 평가 영역별 조건에서 과제 난이도의 차이

다음으로 대상, 공간, 연합기억의 평가가 독립적으로 이루어 지지 않았거나 각 하위 영역별로 현저한 난이도의 차이가 있을 경우에 이 세 요소를 동시에 비교하는 것이 바람직하지 못할 가능성이 있다. 예를 들어 앞서 살펴본 공간기억이 대상기억보다 더 자동적으로 처리되므로 노화의 영향을 더 적게 받는다는 연구(von Wright et al., 1975)에서 사용한 대상기억조건의 자극은 4개의 사물을 동시에 제시한 후 회상하는 것이었으며, 공간기억조건은 2X2 격자에 제시된 사물의 위치를 회상하는 것이었다. 반면 대상에 대한 기억과 공간에 대한

기억이 정상노화 집단에서 젊은 집단에 비해 둘 다 유의하게 떨어지며, 수행 저하가 동일하게 나타난다는 연구결과(Chen et al., 2003)에서 사용한 대상기억조건의 자극은 2-3개의 그림을 순차적으로 제시한 후 재인하는 과제였으며, 공간기억조건의 경우 4X5 격자에 5-6개의 점을 순차적으로 제시하고 회상하는 과제였다. 마지막으로 대상기억의 수행이 60대 이후에 떨어지는 것에 비해 공간기억의 수행은 50대 부터 떨어지는 것으로 나타나 공간기억이 대상기억에 비해 연령효과에 더 민감하다는 연구결과(Siedlecki et al., 2005)를 보고한 연구에서 사용한 대상기억조건의 자극은 두 개의 사물 그림 중 제시된 사물을 재인하는 것이었으며, 공간기억 조건은 4개의 칸 중에서 제시된 위치 중 한 곳을 회상하는 것이었다.

정리하여 보면, 대상기억 조건과 공간기억 조건에서의 난이도가 통제되지 않은 연구들이 많았으며, 시·공간기억의 세 요소를 모두 비교한 연구가 부족하였다. 추가적으로 단서의 종류와 제시 여부 등과 같은 실험 조건의 차이에 따른 결과의 차이도 고려하여야 한다. 뿐만 아니라 앞서 서론에서 밝힌 바와 같이 일화기억의 평가가 정상노화와 병리적 노화에 따른 기능 변화를 추적하는 가장 두드러진 영역임에도 불구하고 지금까지의 연구가 자극의 종류(언어적, 시·공간적)에 따라 불균형적으로 치우친 경향이 있었다. 따라서 본 연구에서는 이러한 기존 연구의 한계를 보완하여 정상노화와 병리적 노화에 따른 시·공간기억의 세 가지 하위요소 수행 패턴을 살펴보고자 한다.

연구 1. 정상노화에 따른 시·공간기억 검사 수행

연구 1의 목적은 시·공간기억의 하위요소인 대상, 공간, 연합 별로 정상노화에 따른 수행수준의 양상을 검토하는 것이다. 이를 살펴보기 위해 먼저 연령이 증가함에 따라 즉각과 지연 조건에서 디자인 검사의 대상, 공간, 연합 측정치에 유의한 차이가 있는 지를 확인한다. 이 때 교육과 성별이 시·공간기억 수행에 유의한 영향을 미칠 경우 이를 통제한다. 또한 시·공간 구성 능력이 시·공간기억평가 수행에 영향을 미치는 것을 통제하기 위해 연령에 따라 기하학적 도형을 모사하는 수준에 차이가 있을 경우 이를 통제한다.

세 하위요소에서 연령에 따라 수행의 차이가 유의할 경우, 기억의 단계(입력, 부호화·응고화, 인출) 중 어느 과정의 문제에서 기인한 것인지를 탐색하기 위해서 대상, 공간, 연합 수행에 대한 보유율을 분석한다. 이 때 보유율은 즉각 기억을 통제하여 수검자가 정보를 입력한 후에 실제로 저장 및 인출할 수 있었던 정보의 양을 탐색할 수 있게 해준다. 추가적인 사후분석을 통해 연령이 증가함에 따라 시·공간기억의 세 가지 하위요소에서 수행저하가 나타나는 시기와 정도에 차이가 있는지를 살펴본다. 마지막으로 난이도에 따른 시·공간기억수행이 연령에 따라 변화가 있는지 확인하기 위하여 자극 개수 별(4개~8개)시행을 비교 분석한다.

방 법

연구참여자

K-WMS-IV 표준화 작업에 참여한 894명과 추가적으로 K-DRS 타당화 작업에 참여한 50명을 대상으로 하였다. 표준화 표본은 16-69세 대한민국 인구를 대상으로 2005년 통계청의 자료에 기초하여 연령, 성별, 교육, 수준, 지역의 4개 변인에 따라 층화 표집(stratified sampling)한 전국민적 대표 표본을 대상으로 한다. 과제 수행 및 이해에 어려움이 있거나 신경과, 정신과적 병력이 있는 경우는 연구에서 제외되었다. 연구에 참여한 모든 수검자들은 연구에 대한 설명을 듣고, 동의를 하였으며, 연구 참여에 대한 보수를 지급받았다.

K-DRS 타당화 연구 표본은 50대에서 70대 연령으로 구성되어 있으며 표준화 모집과 동일한 절차를 거쳤으나 연구 참여에 대한 보수를 대신하여 검사 결과 보고서가 지급되었다. 피험자들의 인구통계학적 정보는 <표 1>과 같다.

<표 1> 연구 1 참여자들의 인구통계학적 정보

연령집단	피험자 수	여자(%)	연령		교육연한		VR 복사(43)
			평균	SD	평균	SD	
16-25	361	51.52	19.44	2.93	9.38	5.43	42.69
26-35	171	47.95	30.16	2.66	10.74	6.39	42.43
36-45	96	55.21	40.24	2.73	10.41	6.40	42.62
46-55	106	57.55	51.34	2.54	8.52	5.43	42.19
56-65	115	53.04	60.40	3.06	8.36	4.82	41.60

66-77	65	66.15	68.46	2.44	8.07	5.00	41.53
-------	----	-------	-------	------	------	------	-------

VR 복사 : K-WMS-IV 시각재생 복사 원점수(최대 43점)

연구도구

K-WMS-IV 디자인(Design) 소검사

이 소검사는 생소한 시각 자극에 대한 공간 기억을 평가한다. 수검자에게 기억 격자판에 4~8개의 그림이 배치되어 있는 자극책자 페이지를 10초간 보여주고 치운다. 수검자는 일련의 카드 세트에서 이전에 본 것과 같은 그림을 고르고 격자판의 동일한 위치에 카드를 놓아야 한다. 수검자는 각 문항에서 요구되는 카드의 수보다 많은 카드를 격자에 놓을 수 없다(예, 문항 A에서 카드 4장 초과). 만약 하나의 문항에서 요구되는 카드 수보다 많은 카드를 격자에 놓을 경우 요구되는 카드 수 이상 놓을 수 없음을 알려주고 격자에서 카드를 제거하도록 지시한다. 반대로 수검자가 어떤 문항에 대해서 요구되는 카드 수보다 적게 카드를 배치한다면 수검자가 격자에 얼마나 많은 카드를 배치해야 하는지 질문하지 않는 한 지적하지 않고 넘어가도록 한다.

대상점수

표적 카드에 대해서는 2점, 간섭카드에 대해서는 1점을 부여한다. 간섭카드와 표적카드를 동시에 골랐을 경우에는 1점을 부여한다. A,B,C,D 총 4회의 시행동안 카드 수에 따라 최대 8~16점을 획득할 수 있다.

공간점수

카드의 대상과는 무관하게 제시되었던 카드의 위치에 카드를 올려놓았을 경우에 ‘공간 점수’ 1점을 부여한다. A,B,C,D 총 4회의 시행 동안 카드 수에 따라 최대 4~8점을 획득할 수 있다.

연합점수

정답 위치에 표적 카드가 놓이면 2점을 부여한다. A,B,C,D 총 4회의 시행 동안 카드 수에 따라 최대 8~16점을 획득할 수 있다.

정답률 : 실제 획득한 점수/총점 X 100

보유율 : 지연기억 수행점수/즉각기억 수행점수

K-WMS-IV 시각재생(VR) 복사 소검사(보충검사)

시·공간기억을 평가하기에 앞서 시·공간 자극의 구성능력을 판단하기 위해 K-WMS-IV 시각재생 복사 점수를 평가한다. 이 검사는 시각재생에서 사용한 일련의 기하학적인 도형 자극들을 제시한 채로 모사하여 그리는 것을 통해 평가한다. 이 검사에서 유의하게 저조한 수행을 나타낼 경우에는 디자인 검사의 수행에 시·공간기억 기능 외에 시·공간구성 기능의 영향이 혼재될 가능성이 있다. 따라서 이 검사에서 유의한 수행차이를 보일 경우, 통제한 후 분석을 진행한다.

결 과

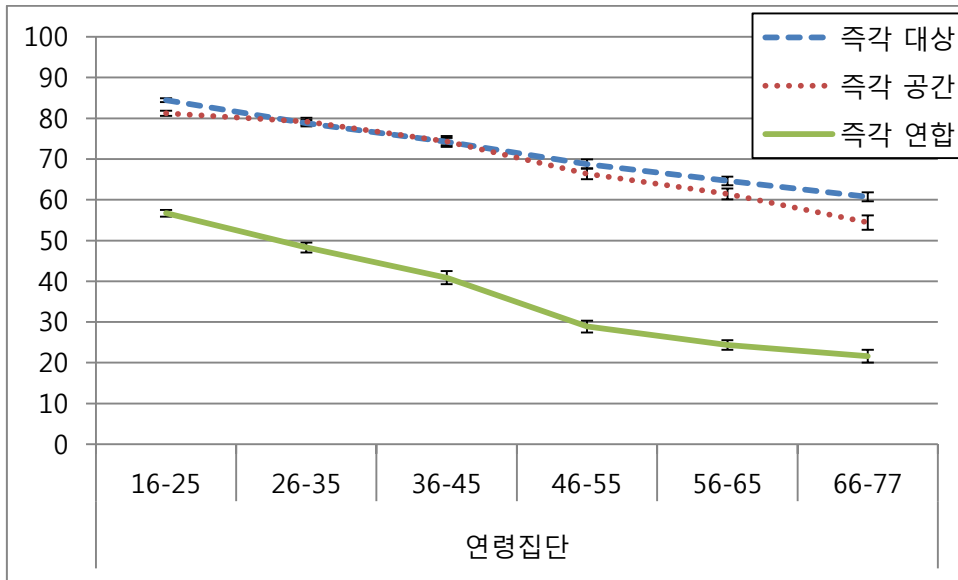
인구통계학적 변인

연령집단 간 성별과 시각재생복사의 수행의 차이가 유의하지 않았다($F(5,932)=2.135$, $p=.059$; $F(5,932)=1.817$, $p=.107$). 교육 수준은 연령 집단간 차이가 유의하였다($F(5,931)=5.019$, $p<.001$).

연령 증가에 따른 디자인 과제 수행의 변화

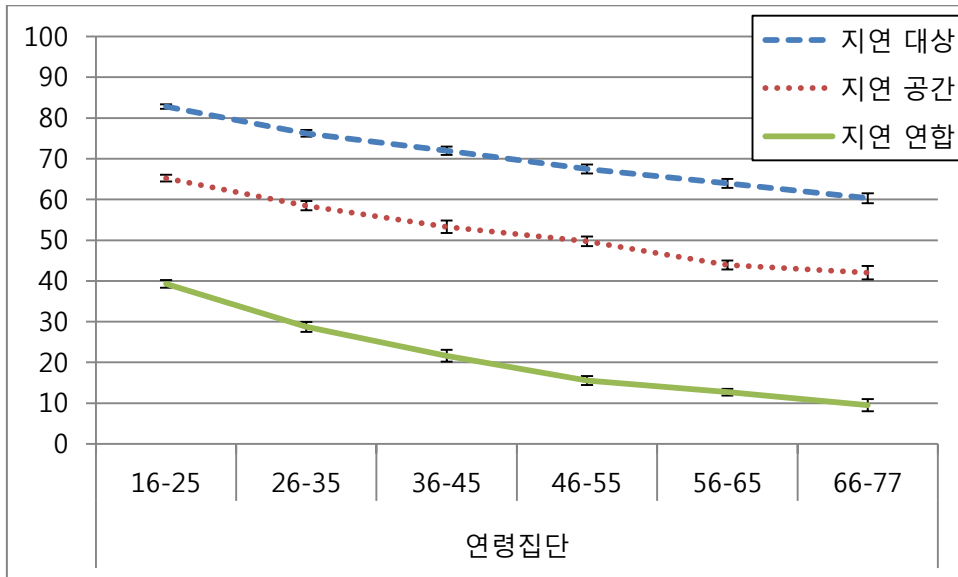
연령 집단에 따른 즉각 회상과 지연 회상에 대한 세 가지 하위 평가 별 수행에 대한 그래프는 그림 1, 2와 같다. 먼저 디자인 과제의 세 가지 측정 영역과 연령의 선형 관계를 알아보기 위해 연령을 독립변수로 디자인 즉각 및 지연 시행에서 대상, 공간, 연합별 정답률을 예측한 회귀분석을 실시하였다(표 2 참조). 그 결과 연령이 디자인 과제의 즉각 및 지연에서 세 가지 하위 요소 별 수행을 유의하게 예측하는 것으로 확인되었다. 연령이 즉각 조건에서 대상기억의 수행을 유의하게 예측하였으며($F(1,934)=671.765$, $p<.001$), 공간기억의 수행($F(1,934)=449.000$, $p<.001$), 연합기억의 수행($F(1,934)=718.800$, $p<.001$)을 모두 유의하게 예측하였다. 또한 연령이 지연 조건에서 대상기억의 수행($F(1,934)=908.580$, $p<.001$), 공간기억의 수행($F(1,929)=330.280$, $p<.001$), 연합기억의 수행($F(1,929)=482.824$, $p<.001$)을 모두 유의하게 예측하였다.

<그림 1> 연령에 따른 디자인 즉각 수행 정답률



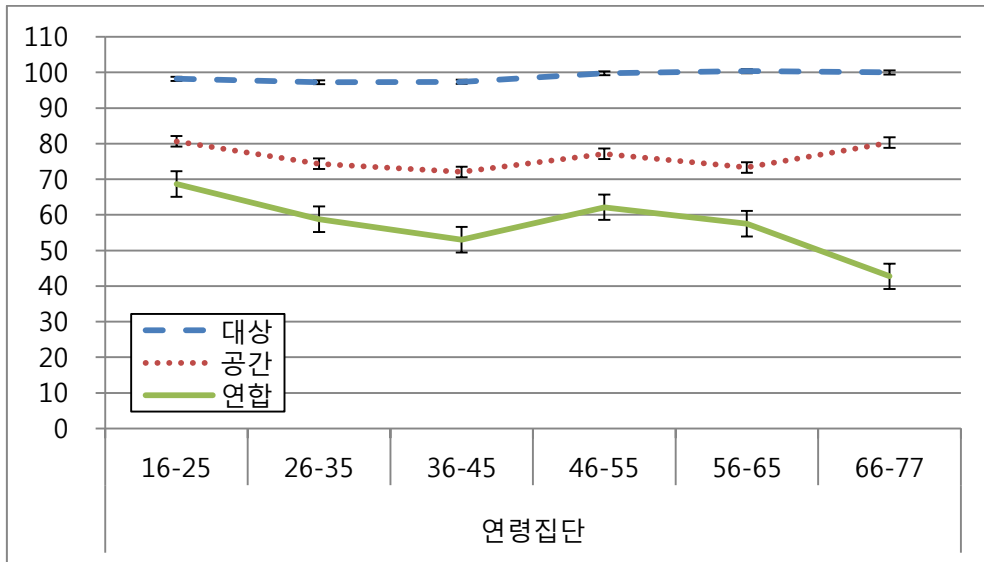
주. 오차막대는 평균의 \pm 표준오차

<그림 2> 연령에 따른 디자인 지연 수행 정답률



주. 오차막대는 평균의 \pm 표준오차

<그림 3> 연령에 따른 디자인 수행 보유율



주. 오차막대는 평균의 \pm 표준오차

또한 대상, 즉각, 연합 기억의 연령에 따른 수행차이가 입력과 저장, 인출의 단계 중 어디에서 두드러지는 것인지 확인하기 위하여 보유율(지연수행/즉각수행*100)을 살펴보았다. 세 영역에 대한 보유율의 그래프는 그림 3에 제시되어 있다. 보유율을 연령으로 예측한 결과 대상기억에 대한 보유율은 유의하지 않은 것으로 나타났다($F(1,929)=3.715$, $p=0.054$). 공간기억에 대한 보유율의 경우 .05 유의수준에서 유의한 것으로 나타났으며($F(1,936)=6.432$, $p=0.011$), 연합기억에 대한 보유율은 .01 유의수준에서 유의한 것으로 나타났다($F(1,927)=23.322$, $p<.001$).

<표 2> 연령으로 예측한 디자인 과제 수행의 회귀분석 결과

종속 측정치	독립변인	β	t	p-value	R^2
즉각	대상	-0.647	-25.918	<.001	0.418
	공간	-0.570	-21.190	<.001	0.325
	연합	-0.659	-26.810	<.001	0.435
지연	대상	-0.597	-22.653	<.001	0.356
	공간	-0.512	-18.174	<.001	0.262
	연합	-0.585	-21.973	<.001	0.342
보유	대상	.063	1.927	.054	.004
	공간	-.083	-2.536	.011	.006
	연합	-.157	-4.824	<.001	.023

다음으로 지연여부(즉각, 지연)와 하위 평가 영역(대상, 공간, 연합)이 연령에 따라 서로 차별적인 수행이 관찰되는지 확인하기 위해 각 연령집단을 독립변인, 지연여부와 세 가지 하위 평가 영역을 종속변인으로 하는 반복측정분산분석을 실시하였다. 모든 점수는 정답률을 사용하였다. 이때 연령집단 간 교육연한의 차이가 유의하게 나타났으며 ($F(5,936)=5.019, p<.001$), 교육연한이 디자인 과제의 즉각과, 지연시행에서 대상, 공간, 연합 세 하위 평가 영역에 미치는 영향이 모두 유의하게 나타났다 ($F(21,913)=20.317, p<.001$; $F(21,913)=16.206, p<.001$; $F(21,913)=17.867, p<.001$; $F(21,908)=15.388, p<.001$; $F(21,908)=8.610, p<.001$; $F(21,908)=11.762, p<.001$). 따라서 이후 분석에서 교육을 공변량으로 투입하여 분석하였다.

반복측정의 유의도를 살펴보기에 앞서 변량의

동질성(Homogeneity of variance)을 검증하기 위해 공분산 행렬에 대한 Box의 동질성 검정을 실시한 결과 위배되는 것으로 나타났다($F_{(105,43733.936)}=3.078$, $p<.001$). 더불어 Mauchly의 구형성 검정 결과 세 가지 하위평가영역과 시간*하위평가영역의 Mauchly의 W가 각각 .980, .903으로 또한 동질성 가정에 위배되는 것으로 나타났다($p<.001$). 따라서 Greenhouse-Geisser의 추정치로 조정한 자유도를 사용하였다($\epsilon=.980$, .912).

반복측정 분산분석 결과 지연여부와 하위측정영역의 주효과가 유의하였으며($F_{(1,923)}=379.323$, $p<.001$; $F_{(2,922)}=1911.498$, $p<.001$), 하위측정영역*연령집단과 지연여부*하위측정영역*연령집단의 상호작용효과가 모두 유의하였다($F_{(10,1842)}=20.894$, $p<.001$; $F_{(10,1842)}=6.001$, $p<.001$). 반면 공분산으로 투입한 교육의 경우 상호작용 효과가 모두 유의하지 않는 것으로 나타났다. 지연여부*교육의 효과가 유의하지 않았으며($F_{(1,923)}=.063$, $p=.801$), 또한 측정유형*교육의 효과가 유의하지 않았고($F_{(2,922)}=.636$, $p=.530$) 마지막으로 지연여부*측정유형*교육의 효과 또한 유의하지 않았다($F_{(2,922)}=.515$, $p=.598$). 표3에 자유도, F값, p값을 포함한 통계 분석 결과를 요약 제시하였다.

다음으로 보유율에 대한 반복측정 분산분석결과 하위측정요소의 보유율 주효과가 유의하였으며($F_{(1.542,922)}=565.113$, $p<.001$), 하위측정요소 별 보유율*연령집단의 상호작용 효과 또한 유의하였다($F_{(7.709,1846)}=6.638$, $p<.001$). 보유율 역시 변량의 동질성

검증에 위배되는 것으로 나타났으며, 이를 조정하기 위해 Greenhouse-Geisser 로 조정된 자유도 값을 사용하였다($\epsilon = .771$). 표 4에서 보유율에 대한 반복측정 분산분석의 결과를 확인할 수 있다.

<표 3> 연령*하위측정요소의 정답률에 대한 반복측정 분산분석

	제곱합	자유도	평균제곱	F	p-value
피험자 간					
연령집단	52.02	5	10.40	169.33	<.001
오차	56.83	925	.06		
피험자 내					
지연여부	13.93	1	13.93	1204.71	<.001
하위측정요소	136.67	1.96	69.71	5773.95	<.001
지연여부*하위측정요소	5.27	1.82	2.89	521.15	<.001
지연여부*연령집단	.46	5	.09	7.99	<.001
하위측정유형*연령집단	2.24	9.80	.22	18.92	<.001
지연여부*하위측정요소*연령집단	.25	9.11	.02	5.03	<.001

주. 분산원 : 지연여부(즉각수행, 지연수행), 하위측정유형(대상, 공간, 연합), Greenhouse-Geisser's $\epsilon = .98$, $\epsilon = .91$

<표 4 > 연령* 세 가지 하위요소의 보유율에 대한 반복측정 분산분석

분산원	제곱합	자유도	평균제곱	F	p-value
피험자 간					
연령집단	28990.24	5	5798.04	6.18	<.001
오차	865681.81	923	237.90		
피험자 내					
하위측정요소 보유율	611949.76	1.54	396882.71	565.11	<.001
하위측정요소보유율 *연령집단	35941.27	7.70	4661.97	6.63	<.001

주. 분산원 : 하위측정유형 별 보유율(대상, 공간, 연합), Greenhouse-Geisser's $\epsilon=.77$

다음으로 세 개의 하위측정영역에서 연령집단 간에 어떠한 수행차이를 나타내었는지 확인하기 위한 사후 검증을 실시하였다. 등분산성 가정이 위배되었으므로 등분산성을 가정하지 않는 Games-Howell 검정방법을 통해 각 연령 집단간 평균 차이에 대한 사후 검정을 실시하였다. 세 가지 하위측정 영역 모두 16세부터 65세 집단까지 집단간 모든 평균차이가 유의하였다($p<.001$). 단, 56세~65세 집단과 66세~77세 집단 간 차이는 .05 유의수준에서 유의하지는 않았지만 66세~77세 집단이 56~65세 집단에 비해 수행이 저조한 경향성이 있었다($p=.087$).

마지막으로 대상, 공간, 연합 측정치에서 연령효과가 나타나는 정도에 차이가 있는지 확인하기 위해 각 측정치의 기울기를 비교하였다. Karl L. Wuensch(2007)에서 제안한 방법을 통해 연령집단에 따른 각

측정치의 회귀식에서 기울기와 기울기에 대한 표준편차를 이용하여 t검증을 실시하였다. 그 결과 즉각 조건에서는 연령집단에 따른 대상과 공간 측정치의 기울기 차이는 유의하지 않았으나($t = -1.022$, $.10 < p < .25$), 대상과 연합, 공간과 연합 측정치에 대한 기울기의 차이는 유의한 것으로 확인되었다($t = -8.238$, $p < .001$; $t = -6.698$, $p < .001$). 지연조건에서도 동일한 패턴이 관찰되었다. 즉 대상과 공간 측정치의 연령에 따른 기울기 차이는 유의하지 않았으며($t = -.0944$, $.10 < p < .25$), 대상과 연합, 공간과 연합 측정치의 연령에 따른 기울기 차이는 유의하였다($t = -5.000$, $p < .001$; $t = -3.666$, $p < .001$).

또한 보유율에 대한 각 측정치의 기울기 비교 검증 결과 유사한 패턴이 확인되었다. 대상과 공간 보유율에 대한 연령에 따른 기울기가 유의하였으나($t = -2.637$, $.001 < p < .005$), 대상과 연합 보유율 기울기 차이에 대한 유의정도($t = -5.106$, $p < .001$) 및 공간과 연합 보유율 기울기 차이에 대한 유의정도($t = -3.328$, $p < .001$)가 더 크게 관찰되었다. 즉 그림 1, 2, 3에서 확인할 수 있듯이 연령에 따른 대상, 공간, 연합 측정치의 기울기 비교에서 대상과 공간은 기울기차이가 유의하지 않은 것으로 관찰되어 두 측정치에서 노화효과가 동일한 것으로 확인되었다. 반면 연합 측정치의 경우 대상과 공간 측정치와의 기울기 비교에서 차이가 모두 유의한 것으로 관찰되어 연합기억에서 노화효과가 대상, 공간 기억에 비해 더 큰 것을 확인할 수 있었다.

대상과 공간기억을 통제한 연합측정치의 위계적 회귀분석

연합기억 측정치는 대상기억과 공간기억의 측정치를 포함하는 것으로 이 두 기능의 수행으로부터 독립적이지 않다. 따라서 앞서 나타난 대상 및 공간 기억과 비교하여 현저한 연합기억의 연령효과가 대상과 공간 점수를 통제한 상태에서도 나타나는지 확인하기 위하여 위계적 회귀 분석을 실시하였다(표5 참조). 대상기억, 공간기억과 함께 교육연한이 디자인 수행과 유의한 상관을 보였으므로 교육을 1단계 변인으로 투입하였다. 다음으로 2단계에서 연령을 추가적으로 투입하여 설명량의 변화가 유의한지 확인하였다.

결과는 즉각과 지연 조건의 연합수행에서 대상·공간 기억, 교육을 통제한 후에도 연령이 추가적으로 설명하는 변량이 모두 유의하였다($t=-6.698$, $p<.001$; $t=-4.468$, $p<.001$). 또한 연합 보유율에서 대상·공간 보유율, 교육을 통제한 후에도 연령이 추가적으로 설명하는 변량이 유의하였다($t=-4.572$, $p<.001$). 연합기억이 추가적으로 설명하는 변량이 즉각 및 지연 정답률과 보유율에서 각각 $\Delta R^2 = .013, .006, .023$ 으로 나타나 비교적 작은 것으로 확인되었다.

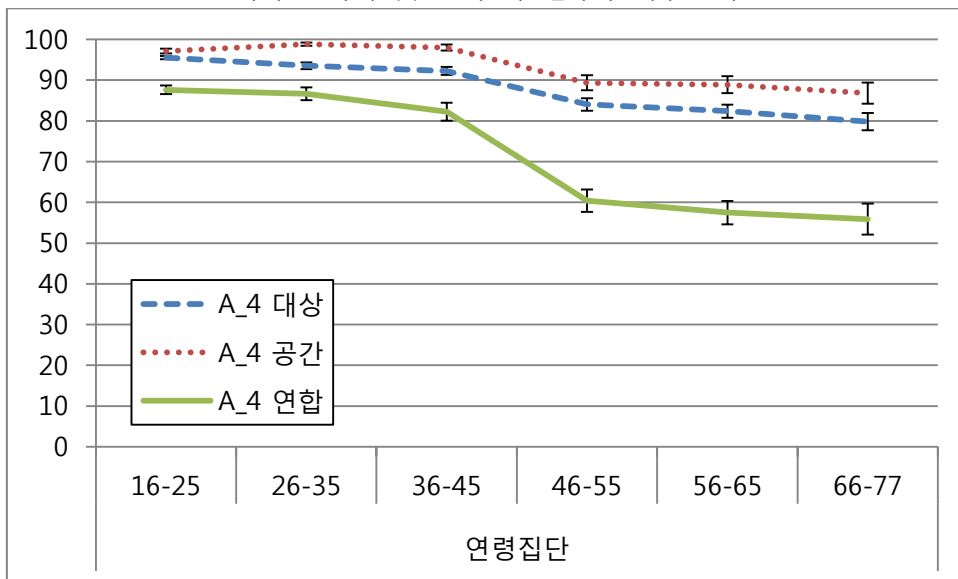
< 표 5 > 하위측정유형의 정답률에 대한 위계적 회귀분석

종속 측정치	단계	독립변인	β	p-value	R^2	ΔR	ΔF
즉각 연합	1	즉각대상	.493	<.001	.711	.712	766.099**
		즉각공간	.454	<.001			
		교육	-.022	.206			
	2	즉각대상	.422	<.001	.724	.013	44.858**
		즉각공간	.411	<.001			
		교육	-.028	.101			
		연령	-.153	<.001			
지연 연합	1	지연대상	.357	<.001	.730	.731	839.217**
		지연공간	.609	<.001			
		교육	-.007	.689			
	2	지연대상	.313	<.001	.736	.006	20.049**
		지연공간	.583	<.001			
		교육	-.013	.456			
		연령	-.098	<.001			
보유 연합	1	보유대상	.124	<.001	.157	.159	58.432**
		보유공간	.366	<.001			
		교육	.032	.286			
	2	보유대상	.134	<.001	.286	.023	28.214**
		보유공간	.354	<.001			
		교육	.020	.510			
		연령	-.138	<.001			

연령 집단 별 자극 개수에 따른 시•공간기억수행의 차이

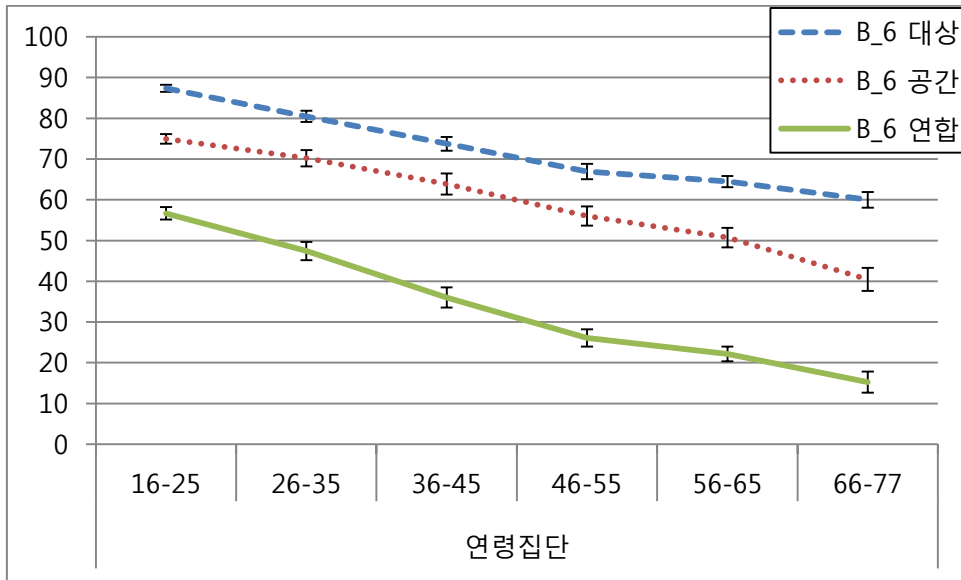
추가적으로 세 가지 하위 요소에 대한 연령 집단 별 난이도의 변화에 따른 수행의 차이를 살펴보기 위해 대상기억에 대한 단서회상의 효과가 관찰된 자연 조건을 제외하고 즉각 기억 조건에서 자극 개수(4개~8개)에 따른 시행을 나누어서 살펴보았다. 자극 개수 4, 6, 8별 연령에 따른 수행 그래프는 그림 4,5,6,7에서 확인할 수 있다.

<그림 4> 연령별 디자인 즉각 첫 번째 시행_자극 개수 4개 정답률



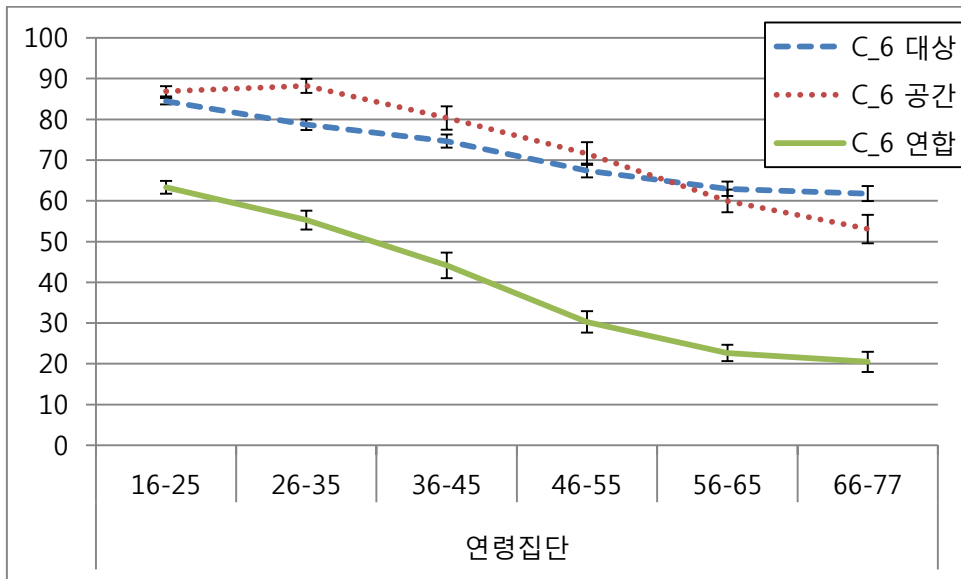
주. 오차막대는 평균의 \pm 표준오차

<그림 5> 연령별 디자인 즉각 두 번째 시행_자극 개수 6개 정답률



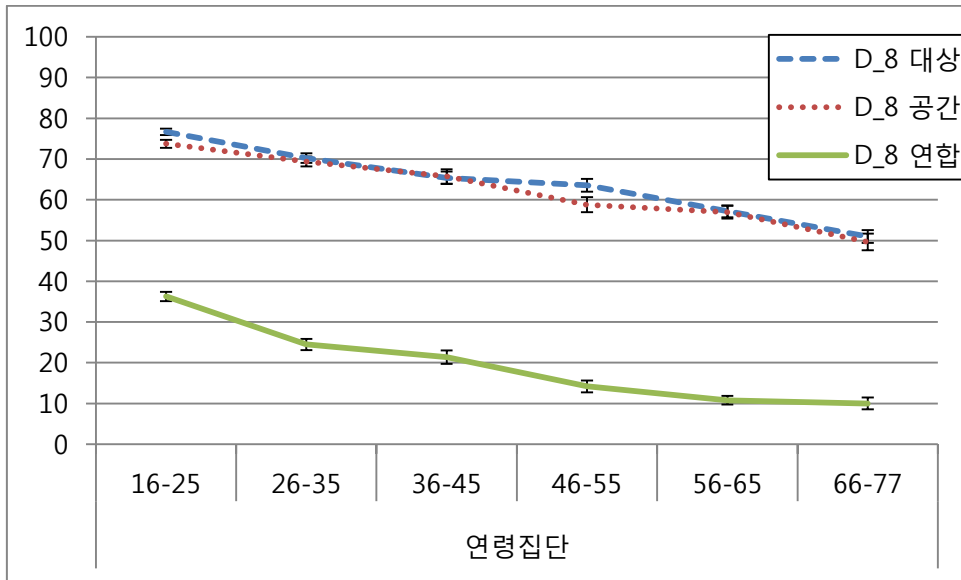
주. 오차막대는 평균의 \pm 표준오차

<그림 6> 연령별 디자인 즉각 세 번째 시행_자극 개수 6개 정답률



주. 오차막대는 평균의 \pm 표준오차

<그림 7> 연령별 디자인 즉각 네 번째 시행_자극 개수 8개 정답률



주. 오차막대는 평균의 \pm 표준오차

다음으로 난이도와 하위평가영역이 연령에 따라 서로 차별적인 수행을 나타내는지 확인하기 위해 각 연령집단을 독립변인, 난이도(시행 A_4, B_6, C_6, D_8)와 세 가지 하위평가영역(대상, 공간, 연합)을 종속변인으로 하는 반복측정분산분석을 실시하였다. 반복측정의 유의도를 살펴보기에 앞서 변량의 동질성(Homogeneity of variance)을 검증하기 위해 공분산 행렬에 대한 Box의 동일성 검정을 실시한 결과 위배되는 것으로 나타났다($F(390,425588.768)=4.103, p<.001$). 따라서 Greenhouse-Geisser의 추정치로 조정한 자유도를 사용하였다($\epsilon=.949, .999, .913$).

반복측정 분산분석 결과 연령집단, 난이도, 하위평가영역의

주효과가 유의하였으며 ($F(5,930)=171.50$, $p<.001$; $F(2.84,2648.02)=833.07$, $p<.001$; $F(1.99,1857.64)=26.64$, $p<.001$), 난이도*연령집단과 난이도*하위평가영역*연령집단의 상호작용효과가 모두 유의하였다 ($F(14.23,2648.02)=7.24$, $p<.001$; $F(27.37,5092.37)=4.16$, $p<.001$). 이러한 분산분석 결과는 그래프에서도 확인할 수 있듯이 난이도에 따른 세 하위 측정요소의 연령에 따른 효과가 서로 차별적임을 시사한다. 특히 자극 4개의 첫 번째 시행에서 연합기억을 제외한 대상기억과 공간기억에서 난이도가 높은 B,C,D 시행과 비교하여 천정효과(ceiling effect)가 시사된다. 다중비교 사후검정에서 A 시행의 대상, 공간, 연합 세 평가 영역 모두에서 오직 36-45세 집단과 46-55세 집단차이만 유의한 가운데 ($p<.001$), 나머지 연령대에서는 수행의 차이가 유의하지 않았던 것을 통해 확인할 수 있다.

그러나 A 시행의 그래프의 기울기를 비교한 결과, 대상과 공간 정답률에 대한 연령에 따른 기울기가 유의하였으나 ($t = -2.984$, $.001 < p < .005$), 대상과 연합 정답률 기울기 차이에 대한 유의정도 ($t = -7.659$, $p < .001$) 및 공간과 연합 보유율 기울기 차이에 대한 유의정도 ($t = -9.383$, $p < .001$)가 더 크게 관찰되었다. 이러한 결과는 쉬운 난이도 조건에서 천정효과의 가능성도 불구하고 연합기억에서 대상 및 공간기억에 비해 연령에 따른 더 가파른 수행감퇴가 관찰되었음을 시사한다. 표 6에 자유도, F값, p값을 포함한 통계 분석 결과를 요약 제시하였다.

<표 6 > 연령집단에 따른 난이도와 하위측정요소의 반복측정 분산분석

	제공합	자유도	평균제공	F	p-value
피험자 간					
연령집단	1139919.94	5	227983.989	171.501	<.001
오차	1236288.79	930	1329.343		
피험자 내					
난이도	1540700.41	2.84	541102.019	833.071	<.001
하위측정요소	1933609.74	1.99	968033.117	3137.248	<.001
난이도*하위측정 요소	212512.25	5.47	38810.29	153.350	<.001
난이도*연령집단	66994.34	14.23	4705.75	7.245	<.001
하위측정요소*연 령집단	82095.01	9.98	8219.93	26.64	<.001
난이도*하위측정 요소*연령집단	28824.51	27.37	1052.82	4.16	<.001

주. 분산원 : 난이도(A_4, B_6, C_6, D_8), 하위측정요소(대상, 공간, 연합),
Greenhouse-Geisser' s $\epsilon=.949$, $\epsilon=.999$, $\epsilon=.913$

연구 1의 논의

한국인 944명을 대상으로 16~77세의 시각 기억 수행을 K-WMS-IV의 디자인 검사를 통하여 대상기억, 공간기억, 연합기억으로 세분화하여 연령에 따른 차이를 살펴본 결과 세 가지 영역에서 모두

유의한 연령효과가 확인되었다. 그러나 예상한 바와 같이 세 하위 영역의 연령에 따른 수행이 모두 동일하게 감퇴되는 것이 아니라 차별적으로 감퇴된다는 것을 기울기 비교를 통해 확인할 수 있었다. 비교 결과, 선행 연구와 일관되게 연합기억이 연령 증가에 따라 가장 두드러지게 감퇴되는 것이 관찰되었다(Old & Naveh-Benjamin, 2008). 이러한 연합기억에서 두드러진 연령효과는 대상기억과 공간기억을 통제한 상태에서도 유효하였다. 뿐만 아니라 이러한 연합기억의 수행감퇴에서 교육 변인의 설명량이 유의하지 않았다.

또한 세 하위 요소의 보유율 분석 결과에서도 연합기억에서 특징적인 연령효과를 확인할 수 있었다. 즉 대상기억은 연령에 따른 보유율의 차이가 유의하지 않았으며, 공간기억은 유의도 .05 수준에서만 유의하였으나, 연합기억은 .001이하 수준에서도 유의하였다. 보유율은 즉각 기억에 대한 장기 기억의 비율로 기억의 입력, 저장, 인출 단계에서 ‘입력’ 단계를 통제한 후의 저장과 인출의 정도를 알 수 있게 해준다. 연구 결과에서 노화에 따라 보유율이 유지된 대상기억의 경우 입력된 대상 자극에 대한 정보에 대해서 저장하고 인출하는 과정에는 노화의 효과가 없었음을 확인할 수 있다. 즉, 대상기억과 공간기억에서 나타난 연령효과는 기억의 입력 및 부호화 단계의 손상을 반영하며, 출력 단계에서는 노화의 영향이 두드러지지 않았음이 시사된다.

반면, 연합기억의 경우 연령에 따른 보유율 저하가 유의하였으며 이는 연합기억에서 나타나는 연령효과가 기억의 입력단계 뿐만 아니라 저장과 인출의 단계에서도 영향을 미쳤음을 시사한다. 즉, 연합기억에서 나타나는 연령효과가 즉각 기억을 통제한 상태에서도

유효하게 나타났음을 지적한다. 이러한 연합기억에서 관찰되는 노화의 효과가 기억의 입력 단계 뿐만 아니라 저장과 인출 과정에서도 두드러지는 양상은 선행연구의 결과와도 일치한다. Thomas et al. (2012)에서 연령 집단 별로 자극 제시시간을 달리하여 노인 집단에 충분한 기억 부호화 시간을 부여하였을 때 대상기억과 공간기억의 연령효과가 사라졌으나, 연합기억의 경우 자극 제시시간과 무관하게 지속적으로 연령효과가 유효하였다. 본 연구결과 또한 이러한 선행연구 결과를 지지하는 것으로 연합기억에서 나타나는 연령효과가 대상 및 공간기억에서 나타나는 연령효과와 비교하여 기억의 입력, 저장, 인출 단계의 손상을 포함하는 좀 더 전반적이고 두드러진 것임을 시사한다.

한편, 본 연구 결과 각 연령에 따른 대상기억과 공간기억의 수행저하가 모두 유의하였으며, 기술품을 비교한 결과 동일한 정도로 감퇴된다는 것을 확인할 수 있었다. 다만 공간기억의 경우 전 연령 집단에서 대상기억에 비해 보유율이 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 평가 방식에 따른 차이에 의한 것으로 보인다. 대상기억의 경우 간섭카드와 표적카드가 제시된 상태에서 표적카드를 고르는 것으로 평가하는 반면 공간기억의 경우 단서가 제시되지 않기 때문이다. 즉각 수행에서는 작업기억의 요소가 이러한 인출 단서의 효과를 상쇄한 것으로 보이나 15분~30분의 지연 후에는 단서의 유무가 기억 인출의 수행에 직접적인 영향을 끼친 것으로 시사된다.

연구 2. 경도인지장애의 시·공간기억 검사 수행

앞서 연구 1의 결과, 정상노화 집단에서는 시·공간 기억 평가의 세 하위요소 중 연합기억의 수행이 대상 및 공간기억의 수행에 비해 더욱 현저하게 감퇴되는 것으로 확인되었다. 연구 2에서는 이러한 정상노화의 시·공간 기억평가의 수행 패턴과 비교하여 병리적 노화집단인 기억상실형 경도인지장애(amnestic Mild Cognitive Impairment; amnestic MCI)환자 집단에서 차별적 수행패턴이 관찰될 것인지 살펴보고자 한다. 이를 통하여 K-WMS-IV 시·공간 검사인 디자인 소검사의 세 가지 하위요소에 대한 amnestic MCI의 진단적 유용성을 살펴보는 것이 목적이다. 이는 세 가지 하위요소의 평가가 병리적 노화의 조기 진단에 기여할 수 있는지 여부를 판단하는 가름대가 될 수 있다.

방 법

연구참여자

서울시 사당동 동작구치매지원센터와 보라매서울병원에서 기억상실형 경도인지장애 (amnestic Mild Cognitive Impairment; amnestic MCI) 환자 28명이 모집되었다. 경도인지장애는 주관적 인지손상을 보고하는 환자에게서 정상과 구별되는 인지 기능의 감퇴가 관찰되지만 치매의 진단기준을 충족시키지 않고 일상생활 기능의 손상은

없는 경우 진단된다(Petersen & Morris, 2005). 이때 기억 영역에서의 손상을 포함하는 경우에 amnestic MCI 집단으로 분류될 수 있다. 전문가 자격을 갖춘 임상심리학자가 신경심리 평가, 보호자 면담, 환자 면담을 통해 1차적으로 선별하였다. 선별 검사에서 치매임상평가척도(CDR; Morris,1993)는 모두 0.5점(2점 만점 중)이었다. 알츠하이머 치매를 배제하기 위한 진단으로는 DMS-IV-RT(APA,2000)을 사용하였다. 이를 통해 의뢰된 환자들 중 최종적으로 전문의 문진을 통해 amnestic MCI 환자로 진단된 사람들을 대상으로 직접 연구 과정과 목적에 대해 설명하였고, 동의서에 서명을 받았고 검사 완료 후 참여비가 지급되었다.

비교군인 정상노화 집단은 연구 1의 대상에서 만 65세에서 77세에 해당하는 147명을 대상으로 하였다. 피험자들의 인구통계학적 정보는 표7과 같다.

<표 7> 정상노인집단과 amnestic MCI 집단의 인구통계학적 정보

	정상 노인	amnestic MCI	F
표집 수	147	28	
나이(표준편차)	65.497(4.08)	66.607(3.53)	1.812
성별(여자%)	62.6%	75.0%	1.581
교육(표준편차)	7.973(4.368)	7.964(2.999)	.000
BCSE(표준편차)	48.880(8.065)	42.296(8.659)	14.766**
논리기억II(표준편차)	12.782(6.969)	7.89(4.31)	12.810**

*p<.05, **p<.01 BCSE : 간이인지상태검사(총점:58), 논리기억II(총점: 50)

연구도구

K-WMS-IV 디자인(Design) 소검사

K-WMS-IV 디자인 소검사를 사용하였으며 연구 진행 절차와 세가지 하위 평가 영역의 구분은 연구 1과 동일하다.

치매임상평가척도(CDR; Morris,1993)

기억력, 지남력, 판단력과 문제해결능력, 사회활동, 집안생활과 취미, 위생과 몸치장 총 6가지 영역에 대한 적응 수준을 평가하며, 일반적으로 CDR 0.5점은 경도인지장애나 초기 치매에 해당하는 진단을 받게 되는 점수이다.

간이 인지상태검사(Brief Cognitive Status Exam, BCSE)

이 소검사는 지남력, 시간추정, 우연회상, 정신통제, 언어산출, 반응억제, 그리고 시계 그리기 검사를 포함한다. 최대 총점 58점으로 현재 인지 상태에 대한 정보를 제공해 준다.

K-WMS-IV 논리기억 II 소검사

디자인 소검사의 세 가지 하위 평가 영역의 진단적 유용성을 Amnestic MCI 진단에서 전통적으로 사용되는 언어적 자극에 대한 일화기억의 평가치와 비교하기 위해 K-WMS-IV 논리기억 II 소검사를 사용하였다. 이 소검사는 자유회상 조건 하에 구술기억(narrative memory)을 평가한다. 두 개의 짧은 이야기가 구두로 제시되며, 15~30분 지연 후 수검자에게 들었던 두 이야기를 다시 말해보게 하는 것으로 평가한다. 분석에는 원점수를 사용하였으며 최대 총점은 50점이다.

ROC분석방법

디자인 소검사의 세 가지 하위 평가 영역이 정상노화집단과 경도인지장애집단을 얼마나 정확하게 판별해 낼 수 있는지를 확인하기 위하여 Receiver Operating Characteristic(ROC) 분석을 실시하였다. 전체 피험자 175명에 대해 amnesic MCI 진단을 신호로 간주할 때, 각 측정치들이 정상과 amnesic MCI를 얼마나 정확하게 변별할 수 있는지를 탐색하였다. Amnesic MCI 진단을 예측하는 측정치로 본 연구의 관심 측정치인 디자인 소검사의 세 가지 하위요소 측정치와 전통적으로 사용되어 온 간이인지검사(BCSE), 언어적 장기기억(K-WMS-IV 논리기억 II 소검사) 측정치의 민감도와 타당도를 비교하였다.

Area under the ROC curve(AUC) 산출은 DeLong et al.,(1988) 방식을 따랐으며, 신뢰구간은 $AUC \pm 1.96 SE$ 로 추정하였다. 민감도와 특이도 산출을 위해 2012년 보건복지부에서 실시한 전국 65세 이상 노인 6,008명을 대상으로 발표한 한국 경도인지장애 유병률 27.82%을 사용하였다. 또한 분할점수(cut-off score)를 확정하기 위해 탈루(false negative, FN)과 오경보(false positive, FP)에 2 : 1의 가중치(cost)를 주었다. 각 측정치에 대한 변별력을 판단하기 위해 경험론적 준거 기준에 따라 AUC 수준에 대해 .50~.60은 ‘변별력 없음(fail)’ , .60~.70은 ‘약함(poor)’ , .70~.80은 ‘양호함(fair)’ , .80~.90은 ‘ 좋음(good)’ , .90~1.0은 ‘매우 좋음(excellent)’ 의 기준을 따랐다. 통계소프트웨어는 MedCalc version 13.2.2.0을 사용하였다.

결 과

인구통계학적 변인

연령과 성별 및 교육 수준에서 두 집단 간 차이가 유의하지 않은 것으로 나타났다($F_{(1,173)}=1.812$, $p=.180$; $F_{(1,173)}=1.581$, $p=.210$; $F_{(1,173)}<.001$, $p=.992$).

집단에 따른 디자인 과제 수행의 변화

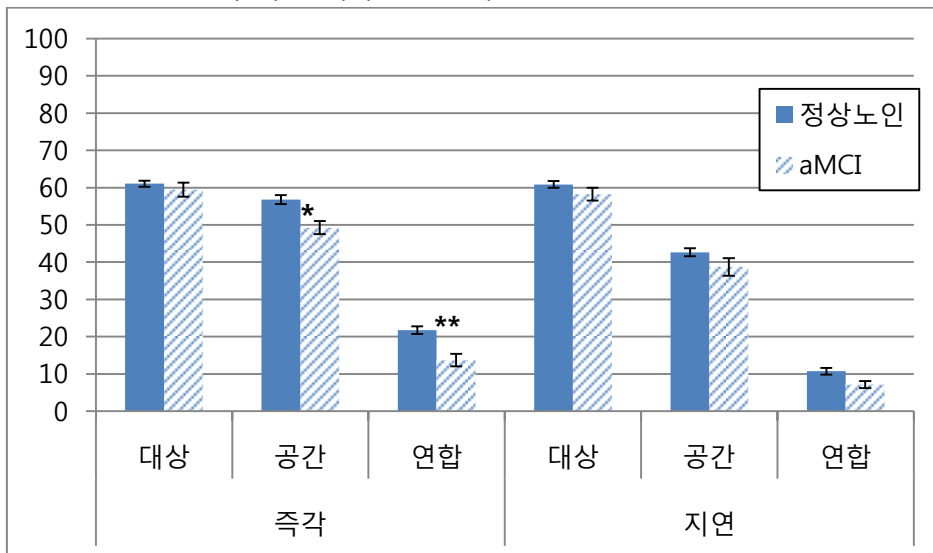
집단에 따른 시·공간기억평가의 세 가지 하위요소 별 선형적 관계를 살펴보기 위해 선형 회귀분석을 실시한 결과 집단이 즉각 조건에서 공간 및 연합 기억의 수행을 유의하게 예측하는 것으로 확인되었다($F_{(1,172)}=6.782$, $p=.01$; $F_{(1,172)}=10.470$, $p=.001$). 반면 즉각 조건에서 대상기억의 수행은 집단이 유의하게 예측하지 못하였다($F_{(1,172)}=.628$, $p=0.42$) 또한 자연조건에서의 대상, 공간, 연합의 세 하위요소의 수행 역시 집단이 유의하게 예측하지 못하는 것으로 확인되었다($F_{(1,168)}=1.392$, $p=.24$; $F_{(1,168)}=2.179$, $p=.14$; $F_{(1,168)}=2.920$, $p=.08$). 집단 별 즉각 및 자연 조건의 대상, 공간, 연합 기억 수행에 대한 정답률을 비교한 그래프는 그림 8, 9 와 같다. 자연조건에서 집단으로 예측한 세 하위 영역별 수행차이가 유의하지 않게 나타났으므로 이 후 집단 간 영역별 차이를 살펴보기 위한 반복측정 분산분석은 즉각 조건의 수행으로 제한하였다. 동일한 맥락에서 집단으로 보유율을 예측한 결과 대상, 공간, 연합 보유율을 유의하게 예측하지 못하는 것으로 확인되었다($F_{(1,168)}=.569$, $p=.452$;

$F_{(1,168)}=.225, p=.636; F_{(1,168)}=3.249, p=.073).$

< 표 8 > 집단으로 예측한 디자인 과제 수행의 회귀분석 결과

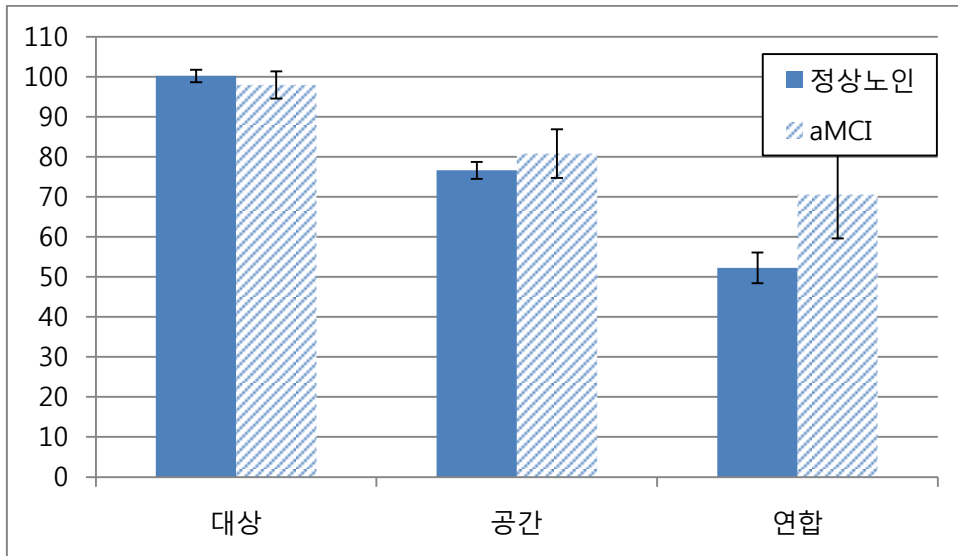
종속측정치	독립변인		β	t	p-value	R^2
즉각	대상		-0.060	-0.793	0.429	0.004
	공간	집단	-0.195	-2.604	0.010	0.038
	연합		-0.240	-3.236	0.001	0.057
지연	대상		-0.091	-1.180	0.240	0.008
	공간	집단	-0.113	-1.476	0.142	0.013
	연합		-0.131	-1.709	0.089	0.017
보유율	대상		-.058	-.754	.452	-.003
	공간	집단	.037	.475	.636	-.005
	연합		.139	1.803	.073	.013

< 그림 8 > 집단에 따른 디자인 소검사 정답률



주. 오차막대는 평균의 \pm 표준오차, * $<.05$, ** $<.001$

< 그림 9 > 집단 별 디자인 검사 보유율



주. 오차막대는 평균의 \pm 표준오차

다음으로 즉각 조건에서의 세 하위 유형의 수행이 집단에 따라 차별적으로 변화하는 지 확인하기 위해 각 조건의 수행을 종속변인으로 하고 정상노화 집단과 amnesic MCI 집단을 예측변인으로 하는 반복측정 분산분석을 실시하였다. 공분산 행렬에 대한 Box의 동일성 검정결과 분산의 동질성 가정이 충족되는 것으로 확인되었다($F_{(6,13249.667)}=1.823$, $p=.090$). 세 하위 측정 요소의 주효과가 유의하였으며($F_{(2,171)}=746.808$, $p<.001$), 세 하위 측정 요소*집단의 상호작용 또한 유의도 .05 수준에서 유의하였다($F_{(2,171)}=3.801$, $p=.024$). 집단 간 유의한 차이를 보인 즉각 조건의 공간기억 수행과 연합기억 수행을 비교하기 위해 사후 분석한 결과 집단에 따른 두 영역의 수행의 차이가 유의하지 않은 것으로

확인되었다($F_{(1,172)}=.047$, $p=.829$). 이러한 결과는 그래프에서도 확인할 수 있듯이 즉각 기억 조건에서 공간 및 연합기억의 수행이 집단에 따라 유의한 차이를 나타내었으나 집단* 두 하위 영역의 상호작용은 유의하지 않은 것으로 지적된다.

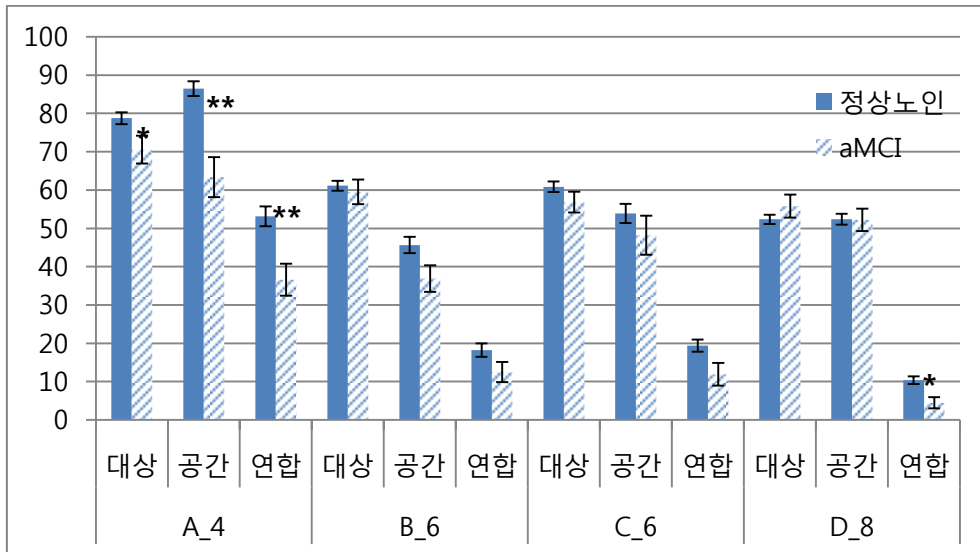
<표 9 > 집단*즉각 하위측정요소의 반복측정 분산분석

분산원	자유도		F	p	η^2
	df1	df2			
하위측정요소	2	171	746.808	<.001	.897
하위측정요소*집단	2	171	3.801	<.024	.043

자극 개수에 따른 집단별 디자인 수행 비교

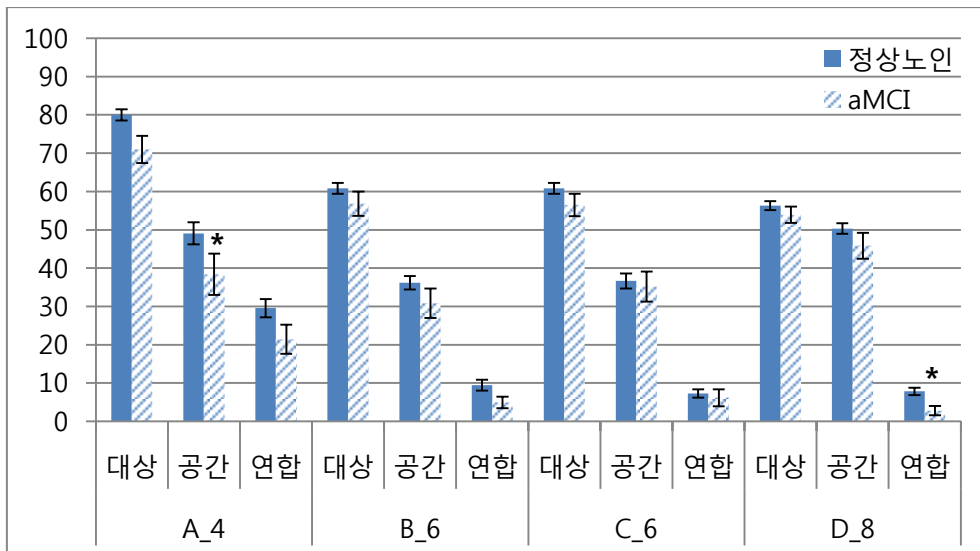
측정요소들에 대해 난이도에 따른 영향을 탐색을 위해 자극의 개수에 따른 집단 별 디자인 수행을 비교하였다. 집단 별 자극 개수에 따른 디자인 즉각 조건 및 지연 조건에서 세 하위요소의 수행이 그림 10과 그림 11에 제시되어 있다.

<그림 10> 집단 별 자극 개수에 따른 디자인 즉각 수행 정답률



주. 오차막대는 평균의 \pm 표준오차, * $<.05$, ** $<.001$, A_4 ~ D_8 : 자극 개수 4개 ~ 8개

<그림 11> 집단 별 자극 개수에 따른 디자인 지연 수행 정답률

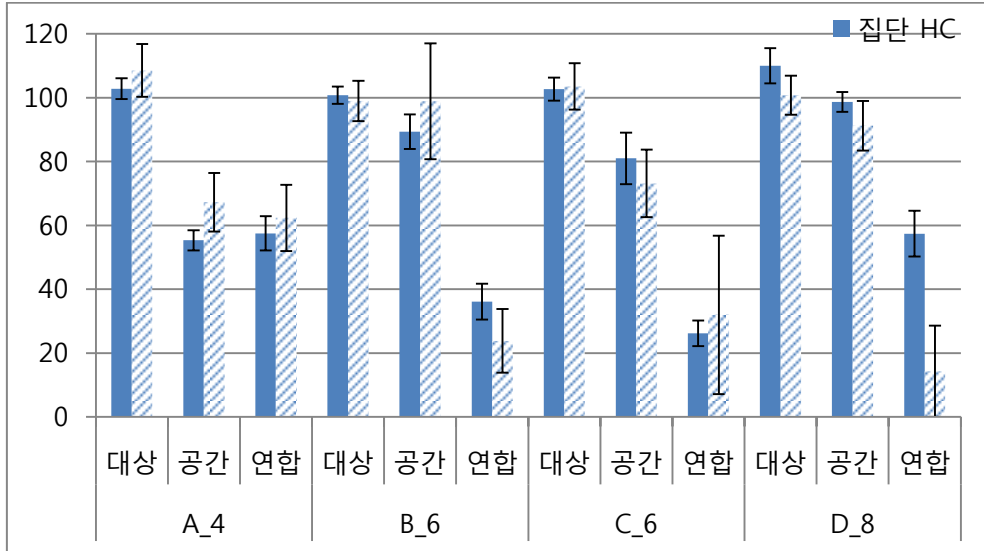


주. 오차막대는 평균의 \pm 표준오차, * $<.05$, ** $<.001$, A_4 ~ D_8 : 자극 개수 4개 ~ 8개

집단간 평균 비교 결과 자극 개수 4개인 첫 번째 시행에서 대상, 공간, 연합의 수행이 정상노화집단에 비해 amnesic MCI 집단이 유의하게 저조하였다($F_{(1,173)}=4.757, p=.031$; $F_{(1,173)}=21.915, p<.001$; $F_{(1,173)}=7.379, p=.007$). 또한 즉각 조건 자극 개수 8개 연합요소에서 유의도 .05수준에서 집단간 수행 차이가 유의하였다($F_{(1,173)}=6.368, p=.013$). 덧붙여 6개 조건의 공간요소와 연합요소에서 통계적으로 유의하지는 않았지만 집단간 차이의 경향성이 시사되었다($F_{(1,173)}=3.049, p=.083$; $F_{(1,173)}=3.698, p=.056$) 반면 나머지 자극 개수 6~8개 조건의 시행에서는 세 하위 요소의 수행에서 두 집단간 차이가 유의하지 않았다(그림 10 참조). 지연조건의 경우 자극 개수 4개 조건에서 대상기억 요소와 8개 조건에서 연합기억 요소에서 집단간 수행차이가 유의도 .05수준에서 유의하였다($F_{(1,172)}=4.187, p=.042$; $F_{(1,169)}=3.899, p=.05$). 그러나 나머지 모든 요소에서는 차이가 유의하지 않았다(그림 11 참조).

즉각 조건과 지연조건에서 모두 유의한 집단 차이를 보인 자극 개수 4개 조건에 대해 기억의 입력, 저장, 인출 중 어느 과정의 손상을 반영하는 것인지 탐색하기 위해 보유율을 분석하였다. 자극 개수 에 따른 집단 별 보유율이 <그림 12> 에 제시되어 있다.

<그림 12> 집단 별 자극 개수에 따른 디자인 수행 보유율



주. 오차막대는 평균의 \pm 표준오차, * $<.05$, ** $<.001$, A_4 ~ D_8 : 자극 개수 4개 ~ 8개

보유율에 대한 집단간 차이 검증 결과 즉각과 지연 조건에서 집단간 평균 차이가 유의하였던 자극 4개 시행 조건 뿐만 아니라 모든 시행에서 집단간 차이가 유의하지 않은 것으로 확인되었다(그림 12참조). 다만 자극 8개 조건의 시행에서 연합기억의 보유율이 집단간 차이의 경향성이 시사되었다($F_{(1,83)}=2.857$, $p=.095$).

ROC 분석

ROC 분석 결과 AUC가 유의도 0.05 수준에서 모두 유의한 것으로 나타났다(표 10 참조). 공간기억과 연합기억의 경우는 0.01 수준에서 유의한 AUC를 나타내었다. AUC의 값은 <표 10>에서 확인할

수 있듯이 .73, .71, .61로 연합기억, 공간기억, 대상기억의 순으로 나타났다. 세 가지 하위 평가 영역을 쌍 별 비교(pairwise comparison)한 결과 차이가 유의하지 않았다(즉각_대상 대 즉각_공간: $z=1.47$, $p=.14$; 즉각_대상 대 즉각_연합 : $z=1.77$, $p=0.07$; 즉각_공간 대 즉각_연합 : $z=0.43$, $p=.66$). 그러나 앞서 밝힌 경험론적인 준거 기준에 따를 때 공간기억과 연합기억의 진단도구로서의 변별력이 양호한(fair)수준에 해당하는 반면, 대상기억은 변별력이 약한(poor) 수준에 해당한다. 세 가지 하위 측정 영역의 AUC는 <그림 13 >에 제시하였다.

또한 자극 개수 별 수행에서 두드러진 집단 간 차이가 관찰되었던 즉각 조건의 자극 개수 4개의 시행에서 대상, 공간, 연합 측정치에 대한 진단도구로서의 변별력을 탐색하였다. 결과는 AUC가 각각 .756, .683, .664로 공간기억, 연합기억, 대상기억의 순으로 확인되었다. 쌍 별 비교 결과 세 가지 하위 평가 영역 간 차이가 유의하지 않았다(즉각 4_대상 대 즉각 4_공간 : $z=1.126$, $p=.2$; 즉각 4_대상 대 즉각 4_연합 : $z=.337$, $p=.736$; 즉각 4_공간 대 즉각 4_연합 : $z= 1.671$, $p=.09$). 그러나 경험론적 준거 기준에 따를 때 자극 개수 4개 즉각 조건의 시행에서 공간기억 평가 영역만이 양호한 수준에 해당하며, 대상 및 연합기억 평가는 변별력이 약한 수준에 해당한다.

마지막으로 K-WMS-IV 소검사 중에서 정상노화 집단과 경도인지장애 집단을 구분하기 위한 전통적으로 사용되고 변별력이 높은 것으로 알려져 있는 언어적 장기기억(논리기억 II)과 일반적으로 진단에

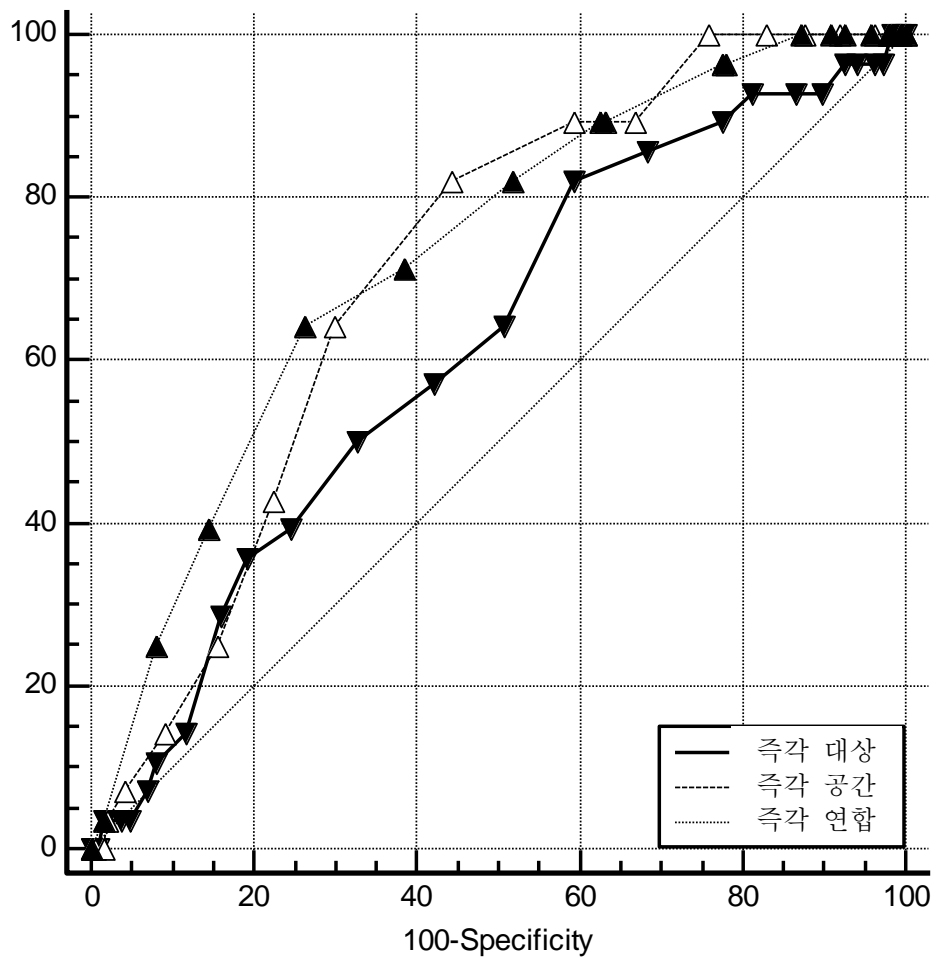
가장 널리 사용되는 간이인지검사(BCSE)의 특이도와 민감도를 분석하였다. 결과는 AUC가 .78, .77로 BCSE, 논리기억II의 순으로 나타났으며 둘 모두 검사도구로써 양호한 수준에 해당한다. 쌍 별 비교 결과 둘 간의 차이가 유의하지 않았다(BCSE 대 논리기억 II: $z=.191$, $p=.84$). 또한 즉각 공간 및 연합 기억 평가와도 차이가 유의하지 않았다(논리기억II 대 즉각_공간 : $z=1.05$, $p=.29$; 논리기억II 대 즉각_연합 : $z=.92$, $p=.35$). 반면 대상기억 평가의 경우 논리기억 II와 비교하여 변별력에 차이가 유의 하였다(논리기억 II 대 즉각_대상 : $z=2.51$, $p=.01$).

<표 10 > 디자인 즉각 하위 평가 영역 별 ROC curve 분석

	AUC(95% CI)	Cut-off scores	민감도 (sensitivity)	특이도 (specificity)
대상기억	0.617*(0.509~0.725)	26(48)	35.71	80.75
공간기억	0.71**(0.624~0.796)	12(24)	64.29	70.05
연합기억	0.73**(0.636~0.825)	6(48)	64.29	73.8
즉각4_대상	0.664**(0.554~0.773)	5(8)	53.57	76.06
즉각4_공간	0.756**(0.662~0.850)	3(4)	75	72.87
즉각4_연합	0.683**(0.602~0.765)	4(8)	92.86	44.15
WMS-IV 관심 소검사				
BCSE	0.781**(0.703~0.859)	47	74.07	71.04
논리기억II	0.775**(0.690~0.861)	9	76	72.87

* $p<.05$, ** $p<.01$, BCSE : 간이인지상태검사

< 그림 13 > 디자인 소검사의 세 가지 하위 평가 영역별 AUC



연구 2의 논의

연구 2의 결과, amnestic MCI 집단이 정상노화집단과 비교하여 상대적으로 대상기억이 유지되는 반면, 공간기억과 연합기억이 유의하게 저하된 양상이 관찰되었다. 그러나 지연 여부에 따라 집단 간 수행 저하의 양상이 다르게 관찰되었다. 먼저 즉각 조건에서는 대상 기억의 수행 차이는 유의하지 않은 가운데 공간 및 연합기억의 수행 차이가 유의하였으나 지연 조건에서는 세 하위 영역 모두 집단 차이를 보이지 않았다. 반면에 자극 개수 별 분석에서 자극 개수가 4개인 가장 낮은 난이도에서 즉각 조건의 경우 대상기억은 유의도 .05 수준에서 유의하였지만 공간 및 연합 기억의 경우 유의도 .01 수준에서 집단 간 수행 차이가 유의하였다. 또한 자극 개수 4개의 지연 조건에서도 대상기억의 경우 집단간 수행 차이가 유의하지 않았지만 공간 및 연합기억의 수행은 유의도 .05 수준에서 유의하였다. 이러한 결과는 가장 낮은 난이도에서 집단 차이가 유의한 가운데 상대적으로 대상 기억에 비해 공간 및 연합기억의 수행이 병리적 노화에 따른 더 두드러진 영향을 받은 것을 시사한다.

amnestic MCI 집단이 사·공간기억 평가에서 공간 및 연합기억에 비해 상대적으로 대상기억이 유지되는 것은 기존 연구에서 amnestic MCI 집단의 시각자극에 대한 친숙성에 기반한 재인(familiarity)이 유지된다는 것과 일맥상통한다(Ally, McKeever, Waring, & Budson, 2009; Embree, Budson, & Ally, 2012).

재인기억(recognition memory)에 대한 이중 처리 접근은 친숙성에 기반한 것(familiarity)과 확실한 정보에 기반한 것(recollection)으로 구분된다. 시·공간기억에서 ‘친숙성에 기반한 재인’은 비맥락적이고 사물, 사람, 위치에 대한 대략적인 묘사에 해당하며, ‘확실한 정보에 기반한 재인’은 사물, 사람, 위치에 대한 세부적인 맥락 중심의 세부적인(context-bound details) 재인에 해당한다(Ally, 2012). Embree et al. (2012)의 연구에서는 amnestic MCI 집단이 시각적 자극과 언어적 자극에 대한 familiarity 수행을 비교하였을 때 언어적 자극에 대한 familiarity는 떨어지는 가운데 시각적 자극에 대한 familiarity는 유지되는 것으로 보고하고 있다. 본 연구결과에서도 동일하게 시각적 자극-대상기억-에 한정하여 amnestic MCI 집단의 familiarity가 유지되는 양상을 재확인할 수 있었다.

반면에 amnestic MCI 집단의 공간기억수행과 연합기억수행이 정상노화와 비교하여 유의한 수행저하를 나타낸 것은 amnestic MCI의 신경학적 병리에서 기인하였을 가능성이 있다. amnestic MCI 집단의 신경학적 병리는 내측 측두엽을 포함한 해마와 해마 주변부에서 시작되며 이러한 영역은 공간기억과 연합기억의 기전으로 알려진 영역이다(Braak & Del Tredici, 2011). 그 중에서도 해마 전측(anterior portions of the hippocampus)는 amnestic MCI 집단이 초기에 구조적 퇴행을 보이는 영역이며(Hamalainen et al., 2007), 이 영역은 연합기억 과제에 특화되어 있다고 밝혀져 있다(Chua, Schacter, Rand-Giovannetti, & Sperling, 2007).

한편 연구 2의 결과, 병리적 노화집단인 경도인지 장애의

시·공간기억의 세 가지 하위유형은 즉각 조건과 지연 조건에서 차별적인 수행 저하를 나타내었다. 정상노화집단과 비교하여 즉각 조건에서는 공간, 연합 기억의 유의한 차이를 보였지만 지연 조건에서는 세 가지 하위 유형 모두, 즉각 조건에서 대상기억의 경우 정상노화 집단과 유의한 차이를 나타내지 않았다. 이러한 현상의 가능성을 탐색하기 위해 자극의 개수에 따른 수행을 구분하여 분석한 결과 즉각과 지연 조건 모두에서 가장 작은 자극 개수에서만 집단 간 차이가 유의한 것으로 확인되었다. 즉 가장 난이도가 낮은 영역에서의 집단간 차이만 유의하였으며, 총 4번의 시행 중 개수가 많아져서 난이도가 올라가는 2~4번 째 시행에서는 집단 간 차이가 관찰되지 않았다. 이는 디자인 검사의 정상노화에 따라서도 수행의 감퇴를 보이는 높은 난이도와 달리 정상노화에서는 상대적으로 유지되었던 낮은 난이도의 수행에서조차 amnesic MCI의 수행이 떨어진다는 것을 시사한다.

ROC 분석 결과 디자인 소검사를 통한 amnesic MCI 집단과 정상노화 집단을 구분하는 시·공간기억평가의 세 가지 하위 영역에 대한 민감도와 타당도가 유의한 것으로 나타났다. 또한 K-WMS-IV 소검사 중 전통적으로 병리적 노화 집단의 진단과정과 인지손상을 측정하는 평가도구인 BCSE(간이인지기능평가)와 논리기억 II와 비교하였을 때 대상기억 하위평가 영역만 유의한 차이가 있었으며, 공간기억과 연합기억의 경우 유의한 차이가 없었다. 그러나 AUC에 대한 전통적인 경험론적 기준에 따르면 .6~.7 수준에 해당하는 디자인 즉각 조건의 대상기억은 측정도구로써 변별력이 약한(poor) 수준이며, .7~.8에 해당하는 디자인 즉각 조건의 공간기억과 연합기억, BCSE, 논리기억

II가 측정도구로써 양호한(fair) 수준에 해당한다. 한편 수행수준에서 유의한 차이가 관찰된 자극 개수 4개 조건의 세 하위 영역에 대한 진단도구로써의 민감도와 타당도의 결과는 공간기억에서 양호한 수준으로 나타났으며, 대상과 연합기억은 변별력이 약한 것으로 나타났다.

종합 논의

본 연구 결과 정상노화와 병리적 노화에 따라 시·공간기억의 세 가지 하위요소에 대한 평가 영역의 수행 패턴이 정상 젊은 집단과 비교하여 각각 차별적인 저하가 관찰되었다.

연구1의 결과, 정상노화에서 시·공간기억의 세 가지 하위요소별 평가에 대한 수행은 대상기억과 공간기억은 연령이 증가함에 따라 동일하게 저하되는 가운데, 연합기억은 더 가파르게 저하되는 양상이 관찰되어 노화에 더 취약한 영역으로 확인되었다. 이러한 연합기억의 두드러진 노화의 효과는 대상기억과 공간기억을 통제한 상태에서도 유의하였다. 이는 연합기억이 자극일반적으로 노화의 효과가 안정되고 일관되게 나타나는 선행연구 결과들과 일치한다(Naveh-Benjamin et al., 2007; Old & Naveh-Benjamin, 2008) 뿐만 아니라 이러한 연합기억의 노화효과는 지능의 영향을 상회하는 것으로(Ratcliff, Thapar, & McKoon, 2011) 본 연구 결과에서도 교육을 통제한 상태에서도 유의한 노화효과를 나타내어 이러한 선행연구 결과를 지지하는 것으로 지적되었다. 또한 보유율 분석에서도 연합기억이 대상 및 공간 기억과 비교하여 유의한 저하가 확인되었으며, 이는 연합기억의 노화에 따른 손상이 기억의 입력단계 뿐만 아니라 저장과 인출의 단계에서도 일어난다는 선행연구결과와 일치한다(Dennis et al., 2008). 덧붙여 연합기억의 노화효과가 처리자원과 기억책략의 두 가지 측면의 퇴행을 모두 포함한다는 선행연구 결과와도 동일한 맥락에서 설명될 수

있다(Bender & Raz, 2012).

한편 정상노화에 따른 대상기억과 공간기억에 대한 본 연구의 결과는 앞서 살펴본 정상노화에 따른 대상기억 대 공간기억의 상충되는 연구결과들에서 공간기억이 노화에 따라 유의한 수행저하를 보이며(Uttl & Graf, 1993), 두 요소 모두 노화효과가 동일하게 나타난다는 연구결과를 지지하는 것으로 확인되었다(Chen et al., 2003). 이러한 본 연구 결과는 공간기억이 완전히 자동적이지 않다는 최근의 공간기억에 대한 이론을 지지하는 것이다. 공간기억의 처리과정이 자동적으로 이루어지지 않았다는 것은 노화에 따라 대상과 공간기억의 수행 저하가 동일한 수준으로 감퇴되었고, 모든 연령 집단에서 공간기억이 난이도에 따라 수행변화가 관찰된 것을 통해 확인할 수 있었다. 특히 본 연구 결과 대상기억과 공간기억의 노화효과는 기억의 초기 입력(encoding)단계에서 일어나는 것을 지적되었으며, 이는 노화에 따른 작업기억용량의 변화가 공간기억의 수행저하를 상당부분 설명한다는 선행연구결과와 일맥상통한다(Cherry & Park, 1993).

또한 정상노화에 따른 이러한 시·공간기억의 세 하위요소의 유의한 수행저하는 시·공간기능 및 시각구성기능과는 무관한 것으로 확인되었다. 이는 시각 기억이 노화에 따라 수행이 저하되는 것이 시각기능(vision)의 문제가 아니라는 선행연구 결과와 일치한다(Drobny, Anstey, & Andrews, 2005). 반면에 노화에 따른 시각적 탐색 전략의 비효율성이 이러한 수행저하를 야기하였을 가능성이 있다(Becic, Kramer, & Boot, 2007). 이는 정상노화에서 시·공간기억의 손상이 노화에 따른 처리자원 및 작업기억(전두엽 기반의 encoding 시스템)의

최퇴에서 야기된 것과 일맥상통한다(Noack, Lovden, & Lindenberger, 2012; Stebbins et al., 2002).

다음으로 연구 1,2의 결과 모두에서 지연여부에 따라 대상기억보다 공간기억의 수행이 더 큰 영향을 받았다. 이러한 수행 패턴은 전 연령에 걸쳐 나타났으며, 공간기억 수행의 특징이라기 보다 디자인 과제가 가지고 있는 과제 특성이 수행의 결과에 반영된 것으로 보인다. 즉 대상기억 조건의 경우 제시된 대상자극의 2배의 자극이 제시되고 이 중에서 하나를 고르는 재인(recognition)의 속성이 반영된 측정치라면, 공간기억 조건의 경우 한정적인 격자판 배열(4X4)과 개수를 미리 알려주는 것 외에는 단서가 없는 상태에서 카드의 위치를 기억하여야 하는 회상(recall)의 속성이 반영된 측정치이기 때문이다. 이러한 과제 특성이 반영된 결과, 전 연령 집단에 걸쳐 지연조건에서 공간기억수행이 즉각 기억의 공간기억수행과 비교하여 유의하게 낮게 나타난 것으로 지적된다. 이 때 즉각조건에서는 이러한 공간기억의 수행이 대상기억에 비해 저조하게 나타나는 회상과 재인에 따른 차별적 양상이 관찰되지 않았다. 이는 즉각조건에서 공간기억의 경우 지연조건과 비교하여 전체공간구성(global spatial-configuration)의 효과가 나타났을 가능성이 있다(Blalock & Clegg, 2010). 전체공간구성효과란 여러 개의 자극이 동시에 제시될 때 하나씩 제시될 때와는 달리 통합적으로 처리됨으로써 얻어지는 공간작업기억의 이득을 말한다(Blalock & Clegg, 2010). 즉, 공간작업기억이 개개의 항목의 위치를 기억하는 것뿐만 아니라 전체적인 하나의 패턴으로 인식하는 것을 통해 기억처리과정을 도와 수행이 향상되었을 가능성이 시사된다.

연구 2의 결과에서 amnestic MCI 집단이 나타낸 대상기억과 공간기억, 연합기억의 손상패턴은 정상 노화에서 보인 패턴과 차이가 있었다. 우선 정상노화와 비교하여 amnestic MCI 집단의 수행저하가 자연조건에서는 유의하지 않았으며, 즉각조건에서만 유의하였다. 이러한 연구2의 결과는 amnestic MCI에 따른 시·공간기억 평가가 즉각기억과 지연기억에서 서로 차별적인 구성요소임을 시사한다. 이는 amnestic MCI 집단이 장기기억 특히 초기입력을 통제한 상태에서 기억의 응고화 과정에서 손상을 보였다는 선행연구결과와 불일치하는 결과이다(Walsh et al., 2014).

또한 본 연구결과 즉각 조건에서 amnestic MCI 집단의 경우 대상기억은 유지되는 가운데 공간기억이 저하되는 패턴이 관찰되었다. 이러한 결과는 선행연구에서 amnestic MCI 집단의 시·공간 단기기억 수행 비교연구에서 대상즉각기억에 비해 공간즉각기억의 손상이 더 두드러졌다는 연구 결과와 일치하는 반면(Alescio-Lautier et al., 2007), amnestic MCI 집단이 정상노화와 비교하여 대상기억(visual recognition memory)의 손상을 보인 연구결과와는 상반된다(Didic et al., 2010). 이러한 결과는 앞서 설명한 단기공간기억이 가지고 있는 전체구성효과가 amnestic MCI 집단에서 작동하지 않은 것으로 유추해 볼 수 있다. 이러한 결과는 amnestic MCI 집단의 전두-두정 회로의 초기 병리를 반영하는 것으로 주의의 문제를 지적하는 것이다. 이는 amnestic MCI 집단의 전두엽의 병리와 함께 집행기능의 손상을 밝힌 연구결과에서도 확인할 수 있다(Zheng et al., 2014).

한편 즉각조건에서 공간기억에 대한 amnestic MCI의 유의한

수행저하는 알츠하이머성 치매(Alzheimer's disease, AD) 집단이 Baddely의 작업기억 중 시·공간 잡기장의 병리를 시사하는 시·공간 패턴의 즉각 기억에서 유의한 수행저하와(Grossi, Becker, Smith, & Trojano, 1993), 앞서 설명한 대상즉각기억에 비해 공간즉각기억이 amnestic MCI 판별에 더 민감하다는 Alescio-Lautier et al. (2007)의 연구 결과와 연결시켜 볼 수 있다. 즉 amnestic MCI 집단의 단기공간기억의 손상이 AD로 진행되는 초기병리로 이해될 수 있다. 이러한 가능성은 amnestic MCI의 신경학적 병리에 대한 AD 병리와의 연속성을 밝힌 연구결과에서 지지된다(Braak & Del Tredici, 2011).

마지막으로 시·공간기억의 세 가지 하위요소 중 연합기억은 정상노화와 병리적 노화 모두에서 가장 취약한 영역으로 확인되었다. 이는 앞서 언급한 바와 같이 연합기억이 해마영역에 특화된 기능이며, 정상노화와 병리적 노화 모두 해당영역의 저하가 관찰되는 것을 통해 이해할 수 있다(Dickerson & Eichenbaum, 2010). 그러나 정상노화와 병리적 노화에서 해마영역의 퇴행의 양상에 차이가 있을 수 있다. 정상노화 집단에서는 해마의 하위 영역 중 해마이랑부(subiculum)와 치아이랑(dentate gyrus, DG)영역의 퇴행이 일반적이며(Small et al., 2002), 병리적 노화 집단에서는 암몬각(cornu ammonis, CA)영역의 퇴행이 더 두드러지는 것으로 밝혀졌다(Price et al., 2001; West, Kawas, Martin, & Troncoso, 2000). 즉 이러한 노화와 병리에 따른 신경학적 퇴행의 차이가 두 집단간 연합기억의 수행에 대한 감퇴 정도에서 차이를 야기하였을 가능성이 시사된다.

한편 최근 amnestic MCI 집단의 기억손상이 해마와 해마

주변에 국한 된 것이 아니라 좀 더 광범위한 피질 영역의 손상에도 영향을 받는다고 밝혀지고 있다(Whitwell et al., 2007). 이는 본 연구 결과에서 즉각 조건에 한하여 amnesic MCI 집단이 공간 및 연합기억의 유의한 저하를 나타낸 것이 기억의 처리 과정 중에서 자극의 입력과 부호화 과정에 기여하는 전두엽과 두정엽의 손상을 반영하는 것일 수 있음을 시사한다(Spaniol et al., 2009). 이러한 가능성은 amnesic MCI의 시각기억 및 일화기억의 손상이 초기 기억 입력 단계에서 주의문제에 의한 것이라는 선행연구결과를 통해 지지된다(Perry, Watson, & Hodges, 2000).

연구의 의의와 실용적 함의

본 연구 결과 K-WMS-IV의 디자인 소검사를 통해 정상노화와 병리적 노화인 amnesic MCI 집단에서 세 하위요소간 수행패턴에 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 이는 우선 전국민적 대표 표본 900여명을 대상으로 정상노화에 따른 시·공간기억을 세 가지 하위 요소로 구분하여 체계적으로 분석하였다는 점에서 의의가 있다. 또한 한국에서 특히 높은 유병률을 기록하고 있는 AD의 고위험군인 amnesic MCI 환자 집단 28명에 대해 청각적 기억에 비해 상대적으로 연구가 부족하였던 시·공간기억의 수행 패턴을 세 하위 요소로 구분하여 탐색하고 진단적 도구로써 변별력을 살펴보았다는 점에서 실용적 함의가 있다.

뿐만 아니라 본 연구에서 사용한 디자인 소검사는

시·공간기억을 측정하는 타당도가 높을 것으로 기대된다. 이는 기존의 시·공간기억을 평가하는 자극과 비교하여 디자인 소검사의 자극의 경우 언어화하기 힘든 전적으로 시각적인 요소로 구성되어 있어 정상노화와 병리적 노화의 언어적 자극에 대한 일화기억과는 독립적인 평가치로 보기에 타당하다. 또한 기존의 시각기억의 그림검사에서와 달리 시운동기능의 요소 또한 최대한 배제되었다. 이러한 본 연구에서 사용한 자극의 특성은 기존에 시·공간기억 평가의 자극이 사물이나 사물그림 등을 사용하거나 연구의 목적에 따라 의도적으로 환경친화적인 자극을 사용함으로써 언어적인 자극과 구분되는 독립적인 시·공간기억의 특성에 대해서는 타당성이 떨어지는 한계를 보완하는 것이다(Kemps & Newson, 2006).

또한 ROC 분석 결과를 통해 디자인 소검사의 즉각공간기억과 즉각연합기억이 K-WMS-IV에서 높은 특이도와 민감도를 나타내는 전통적인 소검사와 비교하였을 때 유의한 차이가 없을 정도의 특이도와 민감도가 확인되었다. 이러한 결과를 바탕으로 일화기억의 자극 종류에 따른 여러 개의 진단적 평가와 함께 단기공간기억과 단기연합기억 평가를 사용하면 진단적으로 유용할 수 있을 것이다.

연구의 한계 및 제언

앞서 밝힌 바와 같이 대상기억과 공간기억의 측정치는 독립적으로 구하며, 연합기억 또한 이 둘을 통제할 수 있었으나 과제의 성격상 이 세 가지 조건을 한번에 실시한다는 단점이 있다. 이는

시행절차에서 확인할 수 있듯이 ‘자극의 모양과 위치를 동시에 기억할 것’을 요구하며, 이는 주의의 적절한 배분을 요구한다. 이 때 개인마다 혹은 연령에 따라, 병리에 따라 대상기억, 공간기억, 연합기억의 주의 할당이 동일하였는지에 대해서는 확인할 수 있는 방법이 없다는 것이 본 연구 결과의 한계가 될 수 있다.

또한 대상기억과 공간기억을 평가하는 방식에 있어서 재인적 요소와 회상적 요소의 차이는 지연조건에서 두 기억 평가의 일 대 일 비교를 어렵게 만든다는 한계가 있을 수 있다. 그러나 이러한 한계는 통제집단의 수행에서도 동일하게 반영되는 것이므로 본 연구에서와 같이 집단간 비교와 해석 시 주의를 기울이는 것을 통해 해결할 수 있다. 그러나 추후적인 분석에서 이러한 요소들을 통제하는 것도 하나의 방법이 될 수 있지만, 앞으로 세 요소로 구분하여 시·공간기억을 평가할 경우 세 가지 요소 간의 시행과 측정의 독립성이 모두 확보된다면 좀 더 확실한 요소간 비교가 가능할 것이다.

마지막으로 본 연구 결과 디자인 검사의 자극 개수에 따른 4번의 시행을 모두 실시하는 것이 정상노화와 병리적 노화의 시·공간기억을 평가하는 데에 비효율적일 수 있음이 시사되었다. 이는 임상적 필요성과 연구 목적에 따라 4개의 시행 중 난이도를 선별하여 시행하는 것으로 보완될 수 있을 것이다.

참고 문헌

- 우중인 외. (2011). **CERAD-K : 치매 진단평가를 위한 한국판 CERAD 평가집**; the Korean version of the consortium to establish a registry for Alzheimer' s disease assessment packet, the 1st ed., 서울 : 서울대학교 출판부.
- 최진영, 김지혜, 박광배, 홍상황(2012) **한국판 웨슬러 성인용 기억검사 4판**. 대구 : 한국심리.
- Albert, M. S., DeKosky, S. T., Dickson, D., Dubois, B., Feldman, H. H., Fox, N. C., . . . Phelps, C. H. (2011). The diagnosis of mild cognitive impairment due to Alzheimer's disease: recommendations from the National Institute on Aging–Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimers Dement*, 7(3), 270–279.
- Alescio-Lautier, B., Michel, B. F., Herrera, C., Elahmadi, A., Chambon, C., Touzet, C., & Paban, V. (2007). Visual and visuospatial short-term memory in mild cognitive impairment and Alzheimer disease: role of attention. *Neuropsychologia*, 45(8), 1948–1960.
- Alichniewicz, K. K., Brunner, F., Klunemann, H. H., & Greenlee, M. W. (2012). Structural and functional neural correlates of visuospatial information processing in normal aging and amnesic mild cognitive impairment. *Neurobiol Aging*, 33(12), 2782–2797. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2012.02.010
- Ally, B. A. (2012). Using pictures and words to understand recognition memory deterioration in amnesic mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: a review. *Curr Neurol Neurosci Rep*, 12(6), 687–694.
- Ally, B. A., McKeever, J. D., Waring, J. D., & Budson, A. E. (2009).

- Preserved frontal memorial processing for pictures in patients with mild cognitive impairment. *Neuropsychologia*, 47(10), 2044–2055.
- Becic, E., Kramer, A. F., & Boot, W. R. (2007). Age-related differences in visual search in dynamic displays. *Psychol Aging*, 22(1), 67–74.
- Bender, A. R., & Raz, N. (2012). Age-related differences in recognition memory for items and associations: contribution of individual differences in working memory and metamemory. *Psychol Aging*, 27(3), 691–700.
- Benedict, R. H. B., & Groninger, L. (1995). Preliminary standardization of a new visuospatial memory test with six alternate forms. *The Clinical Neuropsychologist*, 9(1), 11–16.
- Bird, C. M., Chan, D., Hartley, T., Pijnenburg, Y. A., Rossor, M. N., & Burgess, N. (2010). Topographical short-term memory differentiates Alzheimer's disease from frontotemporal lobar degeneration. *Hippocampus*, 20(10), 1154–1169.
- Blalock, L. D., & Clegg, B. A. (2010). Encoding and representation of simultaneous and sequential arrays in visuospatial working memory. *Q J Exp Psychol (Hove)*, 63(5), 856–862.
- Braak, H., & Braak, E. (1995). Staging of Alzheimer's disease-related neurofibrillary changes. *Neurobiol Aging*, 16(3), 271–278; discussion 278–284.
- Braak, H., & Del Tredici, K. (2011). Alzheimer's pathogenesis: is there neuron-to-neuron propagation? *Acta Neuropathol*, 121(5), 589–595.
- Broadbent, N. J., Squire, L. R., & Clark, R. E. (2004). Spatial memory, recognition memory, and the hippocampus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(40), 14515–14520. doi: 10.1073/pnas.0406344101

- Chen, J., Hale, S., & Myerson, J. (2003). Effects of Domain, Retention Interval, and Information Load on Young and Older Adults' Visuospatial Working Memory. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 10(2), 122–133.
- Cherry, K. E., & Park, D. C. (1993). Individual difference and contextual variables influence spatial memory in younger and older adults. *Psychol Aging*, 8(4), 517–526.
- Chua, E. F., Schacter, D. L., Rand–Giovannetti, E., & Sperling, R. A. (2007). Evidence for a specific role of the anterior hippocampal region in successful associative encoding. *Hippocampus*, 17(11), 1071–1080.
- Constantinidou, F., & Baker, S. (2002). Stimulus modality and verbal learning performance in normal aging. *Brain and Language*, 82(3), 296–311.
- de Rover, M., Pironti, V. A., McCabe, J. A., Acosta–Cabronero, J., Arana, F. S., Morein–Zamir, S., . . . Sahakian, B. J. (2011). Hippocampal dysfunction in patients with mild cognitive impairment: a functional neuroimaging study of a visuospatial paired associates learning task. *Neuropsychologia*, 49(7), 2060–2070.
- deIpoli, A. R., Rankin, K. P., Mucke, L., Miller, B. L., & Gorno–Tempini, M. L. (2007). Spatial cognition and the human navigation network in AD and MCI. *Neurology*, 69(10), 986–997.
- Dennis, N. A., Hayes, S. M., Prince, S. E., Madden, D. J., Huettel, S. A., & Cabeza, R. (2008). Effects of aging on the neural correlates of successful item and source memory encoding. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 34(4), 791–808.
- Dickerson, B. C., & Eichenbaum, H. (2010). The episodic memory system: neurocircuitry and disorders. *Neuropsychopharmacology*, 35(1), 86–104.

- Didic, M., Ranjeva, J. P., Barbeau, E., Confort-Gouny, S., Fur, Y. L., Felician, O., . . . Cozzone, P. (2010). Impaired visual recognition memory in amnesic mild cognitive impairment is associated with mesiotemporal metabolic changes on magnetic resonance spectroscopic imaging. *J Alzheimers Dis*, *22*(4), 1269–1279.
- Drobny, J. V., Anstey, K. J., & Andrews, S. (2005). Visual memory testing in older adults with age-related visual decline: a measure of memory performance or visual functioning? *J Clin Exp Neuropsychol*, *27*(4), 425–435.
- Eichenbaum, H., Yonelinas, A. P., & Ranganath, C. (2007). The medial temporal lobe and recognition memory. *Annu Rev Neurosci*, *30*, 123–152.
- Embree, L. M., Budson, A. E., & Ally, B. A. (2012). Memorial familiarity remains intact for pictures but not for words in patients with amnesic mild cognitive impairment. *Neuropsychologia*, *50*(9), 2333–2340.
- Gilbert, P. E., Kesner, R. P., & Lee, I. (2001). Dissociating hippocampal subregions: double dissociation between dentate gyrus and CA1. *Hippocampus*, *11*(6), 626–636.
- Golby, A. J., Poldrack, R. A., Brewer, J. B., Spencer, D., Desmond, J. E., Aron, A. P., & Gabrieli, J. D. E. (2001). Material-specific lateralization in the medial temporal lobe and prefrontal cortex during memory encoding. *Brain*, *124*(9), 1841–1854.
- Grossi, D., Becker, J. T., Smith, C., & Trojano, L. (1993). Memory for visuospatial patterns in Alzheimer's disease. *Psychol Med*, *23*(1), 65–70.
- Hamalainen, A., Pihlajamaki, M., Tanila, H., Hanninen, T., Niskanen, E., Tervo, S., . . . Soininen, H. (2007). Increased fMRI responses during encoding in mild cognitive impairment. *Neurobiol Aging*, *28*(12), 1889–1903.

- Hasher, L., & Zacks, R. T. (1979). Automatic and effortful processes in memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 108(3), 356.
- Iachini, I., Iavarone, A., Senese, V. P., Ruotolo, F., & Ruggiero, G. (2009). Visuospatial memory in healthy elderly, AD and MCI: a review. *Curr Aging Sci*, 2(1), 43–59.
- Irish, M., Lawlor, B., Coen, R., & O'Mara, S. (2011). Everyday episodic memory in amnesic mild cognitive impairment: a preliminary investigation. *BMC Neuroscience*, 12(1), 80.
- Kemps, E., & Newson, R. (2006). Comparison of adult age differences in verbal and visuo-spatial memory: the importance of 'pure', parallel and validated measures. *J Clin Exp Neuropsychol*, 28(3), 341–356.
- Kessels, R. P., de Haan, E. H., Kappelle, L. J., & Postma, A. (2001). Varieties of human spatial memory: a meta-analysis on the effects of hippocampal lesions. *Brain Res Brain Res Rev*, 35(3), 295–303.
- Kilb, A., & Naveh-Benjamin, M. (2007). Paying attention to binding: further studies assessing the role of reduced attentional resources in the associative deficit of older adults. *Mem Cognit*, 35(5), 1162–1174.
- King, J. A., Trinkler, I., Hartley, T., Vargha-Khadem, F., & Burgess, N. (2004). The hippocampal role in spatial memory and the familiarity—recollection distinction: a case study. *Neuropsychology*, 18(3), 405–417.
- Kosslyn, S. M., Chabris, C. F., Marsolek, C. J., & Koenig, O. (1992). Categorical versus coordinate spatial relations: computational analyses and computer simulations. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 18(2), 562–577.
- Kramer, A. F., & Weber, T. A. (1999). Object-based attentional selection and aging. *Psychol Aging*, 14(1), 99–107.

- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Bigler, E. D., & Tranel, D. (2012). *Neuropsychological Assessment*: OUP USA.
- Mishkin, M., Ungerleider, L. G., & Macko, K. A. (1983). Object vision and spatial vision: two cortical pathways. *Trends in Neurosciences*, 6(0), 414–417.
- Mitolo, M., Gardini, S., Fasano, F., Crisi, G., Pelosi, A., Pazzaglia, F., & Caffarra, P. (2013). Visuospatial memory and neuroimaging correlates in mild cognitive impairment. *J Alzheimers Dis*, 35(1), 75–90.
- Moser, E. I., Kropff, E., & Moser, M. B. (2008). Place cells, grid cells, and the brain's spatial representation system. *Annu Rev Neurosci*, 31, 69–89.
- Naveh–Benjamin, M. (2000). Adult age differences in memory performance: tests of an associative deficit hypothesis. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 26(5), 1170–1187.
- Naveh–Benjamin, M., Brav, T. K., & Levy, O. (2007). The associative memory deficit of older adults: the role of strategy utilization. *Psychol Aging*, 22(1), 202–208.
- Noack, H., Lovden, M., & Lindenberger, U. (2012). Normal aging increases discriminial dispersion in visuospatial short-term memory. *Psychol Aging*, 27(3), 627–637.
- Old, S. R., & Naveh–Benjamin, M. (2008). Differential effects of age on item and associative measures of memory: a meta-analysis. *Psychol Aging*, 23(1), 104–118.
- Paivio, A. (1991). Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, 45(3), 255–287.
- Parkin, A. J., Walter, B. M., & Hunkin, N. M. (1995). Relationships between normal aging, frontal lobe function, and memory for temporal and spatial information. *Neuropsychology*, 9(3), 304–312.

- Perry, R. J., Watson, P., & Hodges, J. R. (2000). The nature and staging of attention dysfunction in early (minimal and mild) Alzheimer's disease: relationship to episodic and semantic memory impairment. *Neuropsychologia*, 38(3), 252–271.
- Petersen, R. (2004). Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. *J Intern Med*, 256, 183 – 194.
- Petersen, R., & Morris, J. (2005). Mild cognitive impairment as a clinical entity and treatment target. *Arch Neurol*, 62, 1160 – 1163.
- Phillips, W. A., & Christie, D. F. M. (1977). Components of visual memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 29(1), 117–133.
- Postma, A., Kessels, R. P., & van Asselen, M. (2008). How the brain remembers and forgets where things are: the neurocognition of object–location memory. *Neurosci Biobehav Rev*, 32(8), 1339–1345.
- Price, J. L., Ko, A. I., Wade, M. J., Tsou, S. K., McKeel, D. W., & Morris, J. C. (2001). Neuron number in the entorhinal cortex and CA1 in preclinical Alzheimer disease. *Arch Neurol*, 58(9), 1395–1402.
- Ratcliff, R., Thapar, A., & McKoon, G. (2011). Effects of aging and IQ on item and associative memory. *J Exp Psychol Gen*, 140(3), 464–487.
- Rissenberg, M., & Glanzer, M. (1986). Picture Superiority in Free Recall: the Effects of Normal Aging and Primary Degenerative Dementia. *J Gerontol*, 41(1), 64–71.
- Siedlecki, K. L., Salthouse, T. A., & Berish, D. E. (2005). Is there anything special about the aging of source memory? *Psychol Aging*, 20(1), 19–32.
- Small, S. A., Tsai, W. Y., DeLaPaz, R., Mayeux, R., & Stern, Y. (2002). Imaging hippocampal function across the human life

- span: is memory decline normal or not? *Ann Neurol*, 51(3), 290–295.
- Spaniol, J., Davidson, P. S., Kim, A. S., Han, H., Moscovitch, M., & Grady, C. L. (2009). Event-related fMRI studies of episodic encoding and retrieval: meta-analyses using activation likelihood estimation. *Neuropsychologia*, 47(8–9), 1765–1779.
- Sperling, R. A., Aisen, P. S., Beckett, L. A., Bennett, D. A., Craft, S., Fagan, A. M., . . . Phelps, C. H. (2011). Toward defining the preclinical stages of Alzheimer's disease: recommendations from the National Institute on Aging–Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimers Dement*, 7(3), 280–292.
- Stebbins, G. T., Carrillo, M. C., Dorfman, J., Dirksen, C., Desmond, J. E., Turner, D. A., . . . Gabrieli, J. D. (2002). Aging effects on memory encoding in the frontal lobes. *Psychol Aging*, 17(1), 44–55.
- Tam, J. W., & Schmitter-Edgecombe, M. (2013). The role of processing speed in the Brief Visuospatial Memory Test – revised. *Clin Neuropsychol*, 27(6), 962–972. doi: 10.1080/13854046.2013.797500
- Thomas, A. K., Bonura, B. M., Taylor, H. A., & Brunye, T. T. (2012). Metacognitive monitoring in visuospatial working memory. *Psychol Aging*, 27(4), 1099–1110.
- Titz, C., & Verhaeghen, P. (2010). Aging and directed forgetting in episodic memory: A meta-analysis. *Psychol Aging*, 25(2), 405–411.
- Travis, S. G., Huang, Y., Fujiwara, E., Radomski, A., Olsen, F., Carter, R., . . . Malykhin, N. V. (2014). High field structural MRI reveals specific episodic memory correlates in the subfields of the hippocampus. *Neuropsychologia*, 53, 233–245.

- Troyer, A. K., Murphy, K. J., Anderson, N. D., Hayman–Abello, B. A., Craik, F. I., & Moscovitch, M. (2008). Item and associative memory in amnesic mild cognitive impairment: performance on standardized memory tests. *Neuropsychology, 22*(1), 10–16.
- Tulving, E. (2002). EPISODIC MEMORY: From Mind to Brain. *Annual Review of Psychology, 53*(1), 1–25.
- Uttl, B., & Graf, P. (1993). Episodic spatial memory in adulthood. *Psychol Aging, 8*(2), 257–273.
- van Asselen, M., Kessels, R. P., Kappelle, L. J., & Postma, A. (2008). Categorical and coordinate spatial representations within object–location memory. *Cortex, 44*(3), 249–256.
- von Wright, J. M., Gebhard, P., & Karttunen, M. (1975). A developmental study of the recall of spatial location. *Journal of Experimental Child Psychology, 20*(1), 181–190.
- Walsh, C. M., Wilkins, S., Bettcher, B. M., Butler, C. R., Miller, B. L., & Kramer, J. H. (2014). Memory consolidation in aging and MCI after 1 week. *Neuropsychology, 28*(2), 273–280.
- Wang, P., Li, J., Li, H., & Zhang, S. (2013). Differences in learning rates for item and associative memories between amnesic mild cognitive impairment and healthy controls. *Behavioral and Brain Functions, 9*(1), 29.
- Weldon, M. S., & Roediger, H. L., 3rd. (1987). Altering retrieval demands reverses the picture superiority effect. *Mem Cognit, 15*(4), 269–280.
- West, M. J., Kawas, C. H., Martin, L. J., & Troncoso, J. C. (2000). The CA1 region of the human hippocampus is a hot spot in Alzheimer's disease. *Ann N Y Acad Sci, 908*, 255–259.
- Whitwell, J. L., Przybelski, S. A., Weigand, S. D., Knopman, D. S., Boeve, B. F., Petersen, R. C., & Jack, C. R., Jr. (2007). 3D maps from multiple MRI illustrate changing atrophy patterns

as subjects progress from mild cognitive impairment to Alzheimer's disease. *Brain*, 130(Pt 7), 1777–1786.

Winograd, E., Smith, A. D., & Simon, E. W. (1982). Aging and the Picture Superiority Effect in Recall. *J Gerontol*, 37(1), 70–75.

Zheng, D., Sun, H., Dong, X., Liu, B., Xu, Y., Chen, S., . . . Wang, X. (2014). Executive dysfunction and gray matter atrophy in amnesic mild cognitive impairment. *Neurobiol Aging*, 35(3), 548–555.

Abstract

Visuo-spatial memory performance of healthy elderly people and amnesic mild cognitive impairment patients in the Design subtest of the K-WMS-IV

Soulji Bae

Department of Psychology

The Graduate School

Seoul National University

This study compares differential patterns of performance in the subcomponents of the visuospatial memory between healthy aging people and amnesic MCI patients. Based on the ‘Postma’s three factor model of visuospatial memory’, the Design subtest in K-WMS-IV can be decomposed into three components: (a) object memory, (b) spatial-location memory, (c) object-location binding.

Each component are independent, and can be affected differentially by aging or neurodegeneration. Study 1 investigated the pattern of decline in the three components of visuo-spatial memory in a healthy aging group. While all three components, object, spatial, and object-location binding, were significantly declined over the years, object-location binding showed the most prominent decline with aging, even after controlling for the other two components. On the other hand, the performance on object and spatial memory decreased similarly in the normal aging process. In study 2, diagnostic sensitivity and specificity of the three components in amnesic MCI were examined utilizing ROC analysis. The AUC of the object memory was .61, suggesting a poor discriminating power, whereas the AUC of spatial and binding memory were 'fair', 71 and .74, respectively.

Keywords : visuo-spatial memory. aging, amnesic mild cognitive impairment, K-WMS-IV, Design subtest,

Student Number : 2012-22937

감사의 글

많은 분들의 도움이 없었다면 이 논문을 완성하지 못하였을 것입니다. 논문을 완성하는 데에 많은 도움을 주신 분들께 감사드립니다. 저에게 이렇게 좋은 인연이 많아 정말 행운이라고 생각합니다.

대학원을 진학하여 최진영 교수님의 신경과학적 접근의 정신병리학 수업을 들었을 때의 그 흥분과 즐거움이 아직도 생생합니다. 철모르고 어리숙하던 저를 애정으로 지도해 주시고 이끌어 주신 최진영 교수님께 마음으로 감사 드리며, 앞으로도 초심을 잃지 않고 정진하도록 하겠습니다. 방법론의 즐거움을 알게 해 주신 김청택 교수님, 학문의 즐거움과 본질에 대해서 가르침을 주신 고성룡 교수님, 이 논문이 나올 수 있게 지도해 주셔서 너무나 감사 드립니다. 인간에 대한 이해를 넓히고, 임상심리학자가 되는 밑거름과 바탕을 다져 주신 권석만 교수님, 이훈진 교수님, 민경환 교수님, 이 자리를 빌어 감사 드립니다.

연구와 논문으로 바쁘신 와중에도 물심양면으로 도와주신 박혜연 선생님, 출산 직후임에도 논문의 방향과 지도를 제 일처럼 신경 써 주신 신민영 선생님, 병원과 학교를 병행하시느라 바쁘신 와중에도 늘 관심과 애정을 주시고 앞으로의 길에 대해 조언을 아끼시지 않으셨던 박은희 선생님, 큰 수술을 무사히 마치시고 다시 학문에 전념하시며 늘 정진하시는 김재익 선생님, 멀리 계시면서도 다감한 조언과 관심을 주신 김호영 선생님, 너무나 감사 드립니다. 초기 적응에 도움을 주고 신경 써준 은하선배, 후배의 부탁에도 늘 흔쾌히 성심성의로 도와준 동원선배, 따뜻하고 다정하게 챙겨준 한별 선배, 꼼꼼하고 세심하게 늘 언제나 발벗고 나서서 살펴준 현 선배, 사랑하는 한경 선배, 모두 너무 고맙습니다. 선배들 덕분에 저는 참 운이 좋은 후배였습니다. 부족한 나를 믿어주고 힘든 일도 함께 나눈 혜란, 늘 언제나 열심히 따라와 준 지윤, 너무 고맙고 미안합니다. 새로운 식구인 세열씨의 출발을 응원합니다. 즐겁고 유쾌한 기운으로 만나면 기운을 북돋아 주고 조언도 아끼지 않은 은형씨 고맙습니다.

늘 언제나 큰 힘이 되어주는 서로를 몰랐던 시간보다 알고 지낸 시간이 훨씬 많아진 미선, 남희, 취향과 취미가 같아 우린 운명일 수밖에 없는 정우, 먼 곳에서 고생하고 있는 늘 언제나 고맙고 사랑스러운 은미, 나의 인생 설계자 은진, 든든한 영래, 최 측근 재광, 병곤 선배, 정이 넘치는 윤영, 한 번 모이면 접시를 세 개는 깰 수 있는 서로에게 상담가가 되어 주는 하영 언니, 수진, 연희, 따뜻한 감성의 지현, 서로 너무 바빠서 자주는 볼 수 없지만 늘 편하고 친근한 유경 언니, 지영, 늘 고맙고 힘이 되는 우리 동기 웅비, 민영, 늘 잊지 않고 챙겨줘서

고마운 민옥, 채정, 영은, 최근 이웃주민이 된 대관, 존경하고 의지하는 병렬 선배님, 힘이 되어 주어서 늘 고맙습니다.

제가 여기까지 올 수 있도록 전폭적인 지지와 사랑을 주신 가족들에게 감사합니다. 늘 저의 선택을 믿고 든든하게 지켜봐 주신 아빠, 엄마, 오빠 정말 큰 힘이 됩니다. 존경하고 사랑하는 할머니, 할아버지, 외할머니, 외할아버지, 고모와 삼촌, 숙모, 외삼촌, 외숙모, 사촌들도 모두 생각이 납니다.

감사한 분들이 이렇게나 많이 있어 앞으로도 더욱 힘을 내어 열심히 할 수 있을 것 같습니다. 모든 은혜와 인연 잊지 않고 더욱 정진하겠습니다.